

L'OSSATURE METALLIQUE

UNIVERSITEIT GENT
AFDEELING voor DOUWKUNST
22, Plateaustraat, GENT



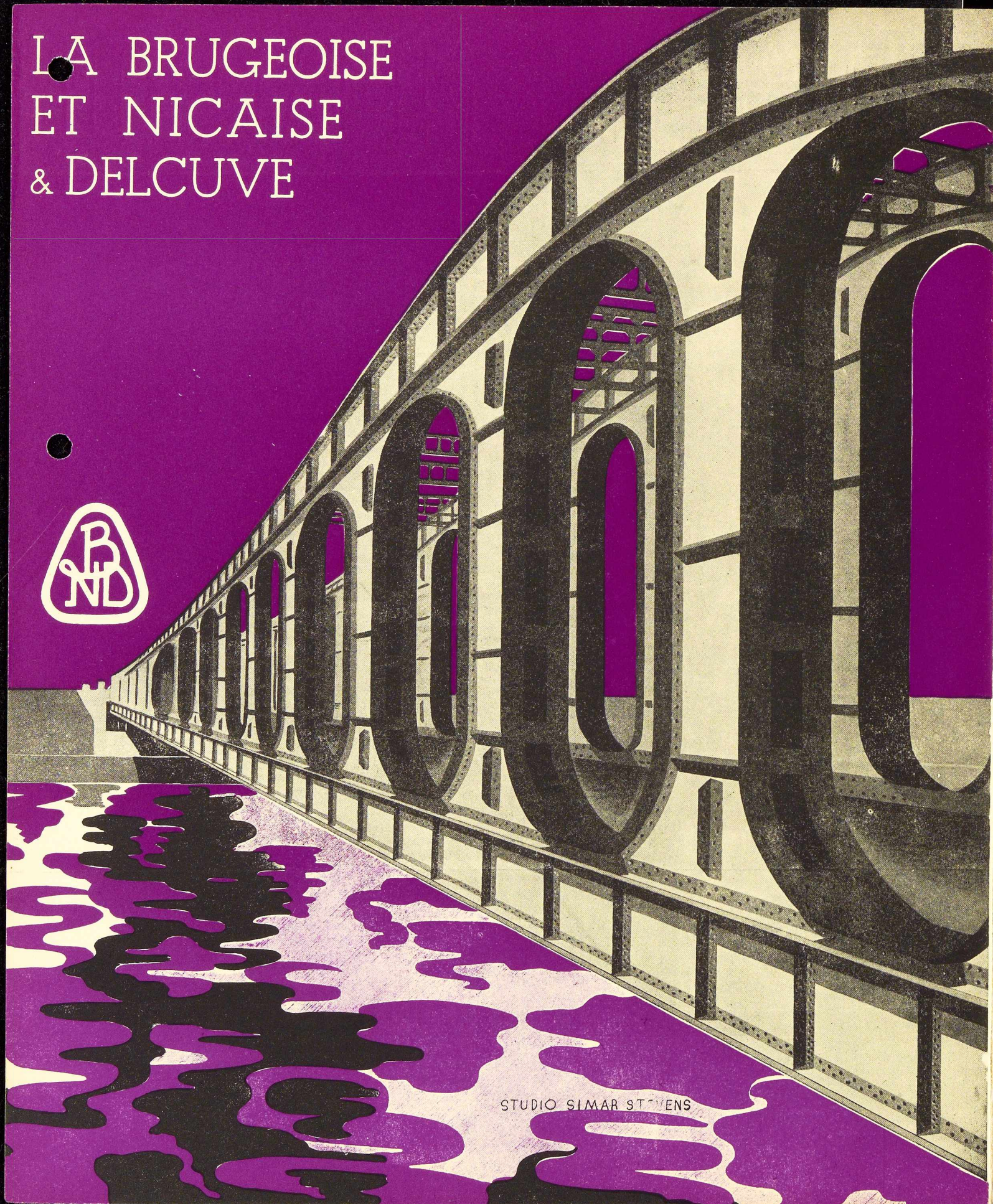
REVUE MENSUELLE DES
APPLICATIONS DE L'ACIER

DIXIÈME ANNÉE
1112
NOVEMBRE-DÉCEMBRE 1943

ÉDITÉE PAR LE CENTRE
BELGO-LUXEMBOURGEOIS
D'INFORMATION DE L'ACIER

87

LA BRUGEOISE
ET NICAISE
& DELCUVE



STUDIO SIMAR STEVENS

L'OSSATURE METALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER
éditée par

**LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS
D'INFORMATION DE L'ACIER**

38, boul. Bischoffsheim, Bruxelles - Téléph. : 17.16.63 (2 lignes)
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

10^e ANNÉE

N^{os} 11-12

NOVEMBRE-DÉCEMBRE
1945

S O M M A I R E

Le nouveau pont tournant du Havre	201
Les travaux de la Jonction Nord-Midi	210
La construction mixte des ouvrages d'art, par J. Ridet	213
La reconstruction du pont de Menai	220
Les nouveaux ateliers de la Cargo Fleet Iron Co Ltd	221
Le pont-rails de Wollishofen, par F. Stüssi	223
Aiguillages et croisements pour voie ferrée à grandes vitesses, par C. F. B. Lemaire	227
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le dernier trimestre 1945. - L'industrie sidérurgique britannique. - Voyage d'études aux Etats-Unis. - La reconstruction sur le réseau de la S. N. C. B. - La production sidérurgique française.	235
BIBLIOTHEQUE	237
Table des matières des années 1940 et 1945	239

COUVERTURE : La photographie de la couverture représente le pont mobile sur le St. John's River (U. S. A.) primé au concours des plus beaux ponts métalliques, organisé par l'American Institute of Steel Construction.

ABONNEMENTS 1945 (6 numéros bimestriels) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : 80 francs belges.

France et ses Colonies : 120 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n^o 1760.73).

Autres pays : 26 belgas.

Tous les abonnements prennent cours le 1^{er} janvier.

PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 17,50,

France : francs français 25,- ; autres pays : belgas 6,-.

DROIT DE REPRODUCTION :

La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se faire qu'en citant **L'Ossature Métallique**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

POUR

1946

Voir page 25 des annonces

MARIGRÉE

SOCIÉTÉ COMMERCIALE D'OUGRÉE

Monopole de vente des produits de la
S. A. D'OUGRÉE-MARIHAYE A OUGRÉE (BELGIQUE)

Toute la gamme des produits laminés:

MATERIEL DE VOIE

B A N D A G E S

F I L M A C H I N E

P A L P L A N C H E S

FEUILLARDS QUI SONT APPRÉCIÉS
DANS LE MONDE ENTIER

TOLES GALVANISÉES PLANES ET ONDULÉES

MARQUES « MERCURE » ET « CENTAURE »

CHARPENTES SOUDÉES ET RIVÉES, ETC.

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Président d'Honneur : M. Albert D'HEUR.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

M. Léon GREINER, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges.

Vice-Président :

M. Aloyse MEYER, Directeur Général des A. R. B. E. D., à Luxembourg.

Administrateur-Conseil :

M. Eugène FRANÇOIS, Professeur à l'Université de Bruxelles.

Membres :

M. Oscar BIHET, Administrateur-Directeur Gérant des Usines à Tubes de la Meuse, S. A.,
M. Fernand COURTOY, Président et Administrateur délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY, S. A.,
M. René DEFALQUE, Directeur de la S. A. des Laminiers, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de Fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique.

M. Hector DUMONT, Administrateur-Directeur de la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur,

M. Emile HOUBAER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. John Cockerill,

M. Louis ISAAC, Administrateur délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi,

M. Louis NOBELS, Vice-Président et Administrateur Délégué des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Pelman,

M. Henri NOEZ, Directeur Général de la Fabrique de Fer de Charleroi,

M. François PEROT, Administrateur Directeur Général de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges,

M. Henri ROGER, Directeur Général des H. A. D. I. R., à Luxembourg.

LISTE DES MEMBRES

ACIÉRIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.
Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
Métallurgique d'Espérance Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Forges et Laminiers de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Laminiers, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de La Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.

Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

TRANSFORMATEURS

Laminiers d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminiers de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Laminiers de Longtain, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.
Laminiers de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.
Laminiers et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 100, avenue des Anciens Etangs, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

Etablissements André & Yernaux, S. A., 51, rue Paul Pastur, Courcelles.
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de La Croyère, Seneffe et Godarville, S. A., à La Croyère.
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.
Mécanique et Chaudronnerie de Bouffoulx, Bouffoulx-lez-Châtelain.
Ateliers de Construction de la Basse-Sambre, S. A., à Moustier-sur-Sambre.
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-253, chaussée de Vleurgat, Bruxelles.
Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.
Société Anonyme Anciennes Usines Canon-LeGrand, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.
Ateliers de Construction Paul Bracke, s. p. r. l. 30-40, rue de l'Abondance, Bruxelles.
Usines de Braine-le-Comte, S. A., à Braine-le-Comte.
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve, S. A., à Saint-Michel-lez-Bruges.
Chaurolbel, S. A., à Huyssinghen.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
La Construction Soudée, Anciens Etablissements André Beckers, S. A., chaussée de Buda, Haren.
« Cribla », S. A., Construction de Criblages et Lavoires à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.
Compagnie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.
Ateliers Detombay, S. A., à Marcinelle.
Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.
Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.
Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamen-court & Cie, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.
Ateliers Georges Heine, S. A., chaussée des Forges, Huy.
Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 59, rue des Gloires Nationales, Auvellais.
Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.
Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse, S. A., Anc. Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.
L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.
Ateliers Emile Kas, avenue de Mai, 264-266, Woluwe-Saint-Lambert.
Société Anonyme des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.
Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.
Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Pelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
Ateliers Métallurgiques et Chantiers Navals, S. A., 192, chaussée de Louvain, Vilvorde.
Ateliers de Construction de Mortsel et Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.
Constructions Métalliques Hub. Simon, 148, rue de Plainevaux, Seraing-sur-Meuse.
Chaudronneries A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.
Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.
Etablissements D. Steyart-Heene, à Eecloo.
Ateliers du Thiriau, S. A., La Croyère.
Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont, S. A., à Tirlemont.
Compagnie Belge des Freins Westinghouse, S. A., 106, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.
Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.
Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.
Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

CHÂSSIS MÉTALLIQUES

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.
« Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, La Louvière (Baume).

MEUBLES MÉTALLIQUES

Maison Desoer, S. A., (meubles métalliques **ACIOR**), 17-21, rue Ste-Véronique, Liège; 16, rue des Boiteux, Bruxelles.

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.
La Soudure Electrique Autogène « Arcos », S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.
L'Electrode, S. C., 21, rue de la Meuse, Jemeppe-sur-Meuse.
Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.
ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.
L'Oxydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.
Philips, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.
Soudométal, S. A., 83, chaussée de Ruysbroeck, Forest-Bruxelles.

COMPTOIRS DE VENTE

DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Columeta (Comptoir Métallurgique Luxembourgeois), S. A., Luxembourg.
Cosibel (Comptoir de Vente de la Sidérurgie Belge), S. C., 9, rue de la Chancellerie, Bruxelles.
Davum, S. A. Belge, 4, quai Van Meteren, Anvers.
Gilsoco, S. A., La Louvière.
Société Commerciale d'Ougrée, S. A., Ougrée.
Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

Alexandre Devis & Cie, 43, rue Masui, Bruxelles.
Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.
Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.
Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
J. Libouton & Cie, S. A., 15, rue Zénobe Gramme, Charleroi.
Util, s. p. r. l. 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.
Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 30, rue du Limbourg, Gand.
Peeters Frères, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.

Collectivement :

Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 2, rue Auguste Orts, Bruxelles.
Chambre Syndicale des Marchands de fer, 2, rue Auguste Orts, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Etudes Industrielles Fernand Courtroy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.
Bureau d'Etudes René Nicolai, 12, quai Paul van Hoegaerden, Liège; 6, place Stéphanie, Bruxelles.
MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, Bruxelles.
M. G. Moressée, ingénieur-conseil (A.I.Lg.), Le Petit Beaumont, Ham, Esneux.
M. J. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U.I.Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.
MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A.I.Br.), 5, rue Jean Chapelié, Bruxelles.

PROTECTION CONTRE LA CORROSION

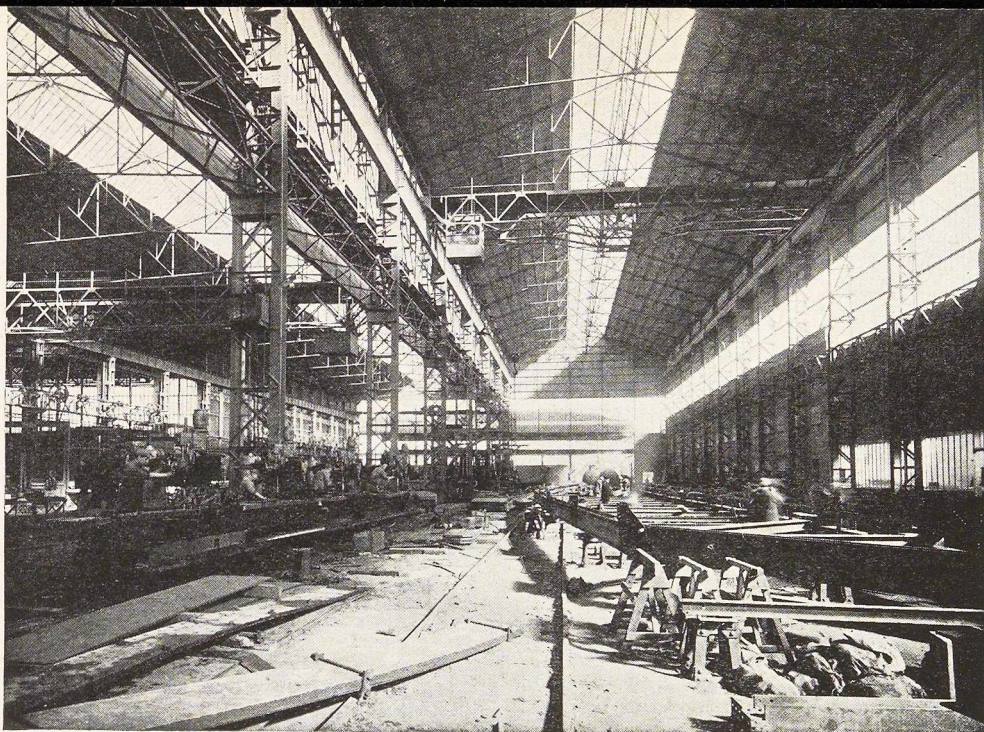
Acéméta, S. A., 64, avenue Rittweger, Haren-Bruxelles.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.

MEMBRES INDIVIDUELS

M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, 110, boulevard Auguste Reyers, Bruxelles.
M. Jean François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.



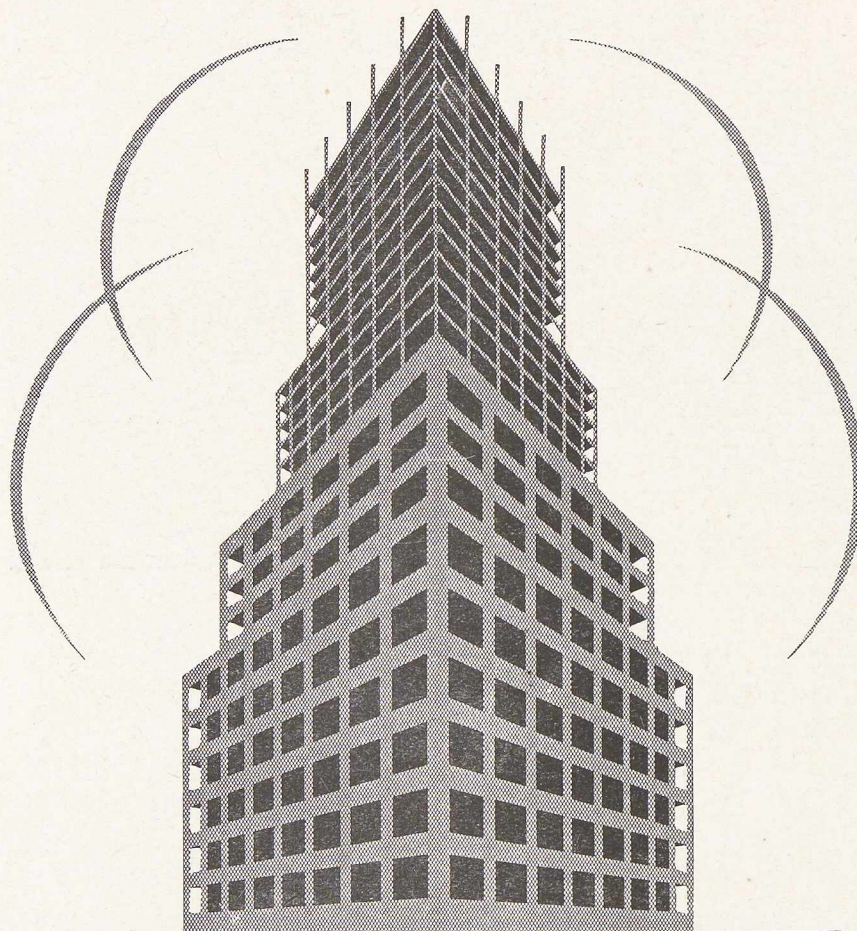
CHARPENTE D'UN
ATELIER DE CONSTRUCTION

USINES DE BRAINE-LE-COMTE

SOCIÉTÉ ANONYME
TÉL. BRAINE-LE-COMTE N° 7

Pont de Wandre : travée sur le Canal Albert
Portée 59 m 400. Poids 618





La Société Anonyme des Anciens Établissements Paul Wurth, à Luxembourg, occupe le premier rang parmi les ateliers de construction du Grand-Duché. Son activité s'étend :

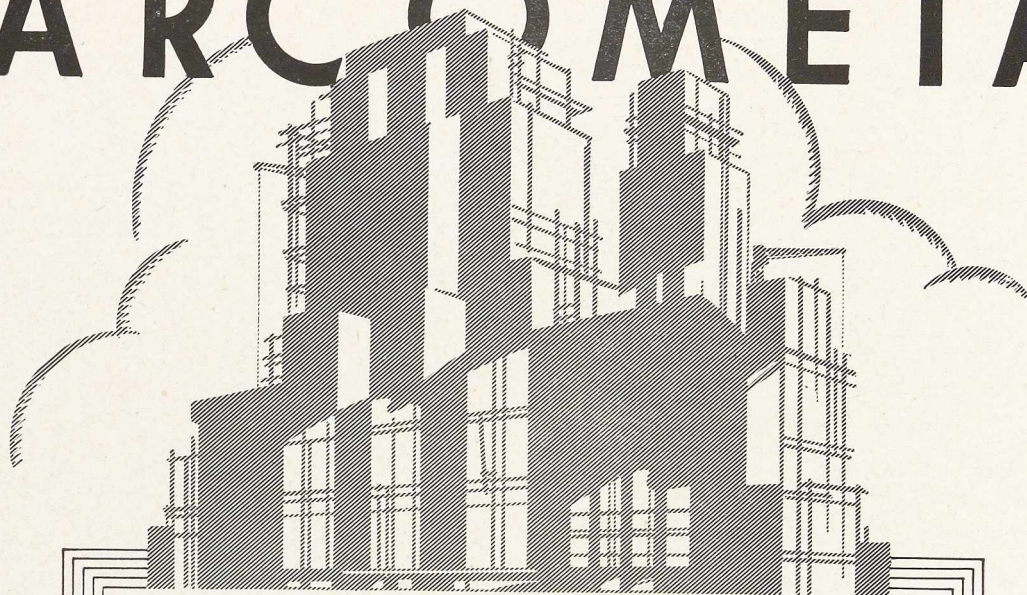
- 1° **AUX PONTS ET CHARPENTES**, construction de ponts, charpentes et tous travaux de grosse chaudronnerie ;
- 2° **AUX APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION** : ponts-roulants, palans, treuils, monorails, grues, chevalets, monte-charges, transbordeurs, chariots à laitier, chariots-automoteurs pour transport de bennes à minerai et à coke ;
- 3° **A LA FONDERIE D'ACIER ET MÉCANIQUE GÉNÉRALE**, tous moulages d'acier bruts, dégrossis et finis, toutes parties mécaniques complètes ajustées, engrenages taillés.

Chacune de ces divisions a son bureau d'études autonome dirigé par des ingénieurs spécialisés.

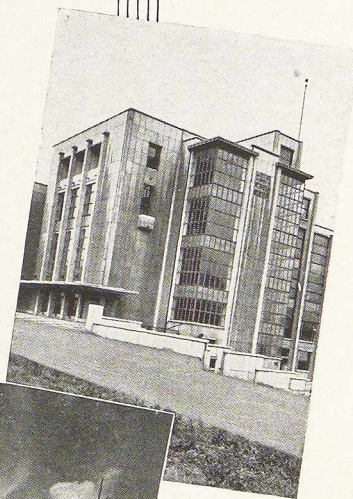
Une notice détaillée vous sera envoyée volontiers sur demande adressée à la

SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
PAUL WURTH • LUXEMBOURG

FARCOMETAL

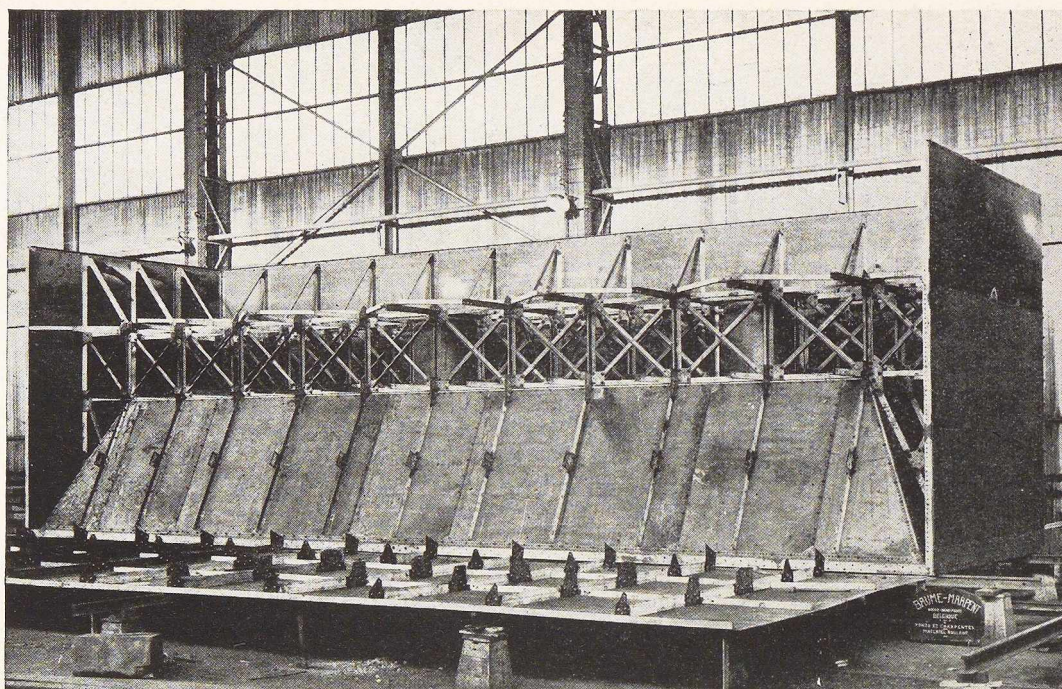


Armature - coffrage métallique pour béton armé et lattis métallique léger pour cloisons et plafonds. • Supprime le bois de coffrage et tous ses inconvénients. " Accroche " le béton et les enduits de façon parfaite. Demandez-nous, sans engagement, notre notice détaillée.



ATELIERS DE BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS

SIÈGE SOCIAL : 249-253, CHAUSSÉE DE VLEURGAT, BRUXELLES • TEL. 44.48.80 (4 LIGNES)
USINES A BOUCHOUT ET VILVORDE



Caisson de fonçage utilisé pour la construction du pont de Kafr-el-Zayat, Egypte

BAUME & MARPENT

SOCIÉTÉ ANONYME

HAINE-SAINT-PIERRE, MORLANWELZ (Belgique)

MARPENT (Nord-France)

MATERIEL ROULANT

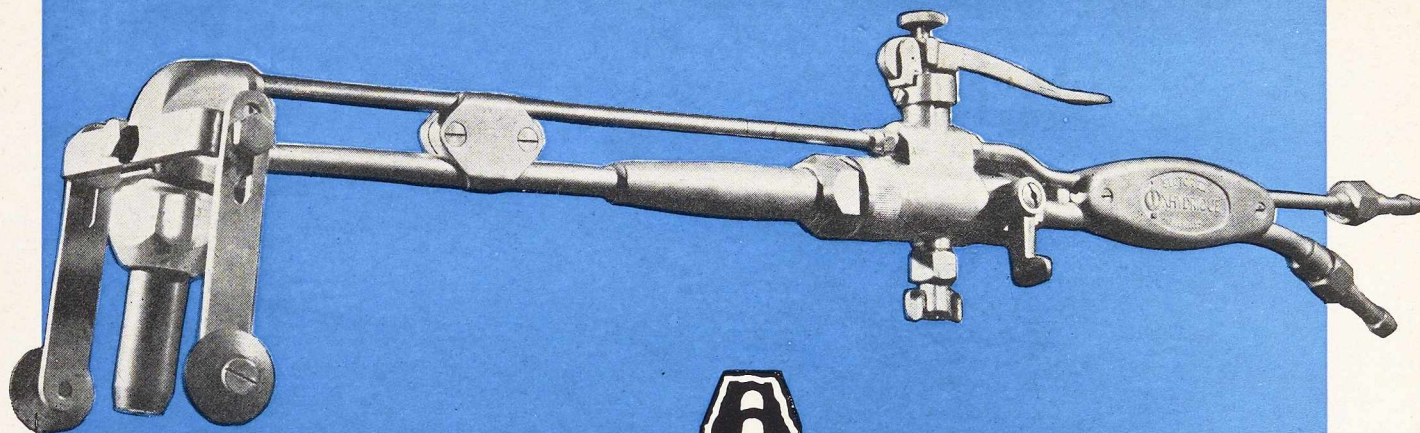
PONTS · CHARPENTES

ACIERS MOULÉS

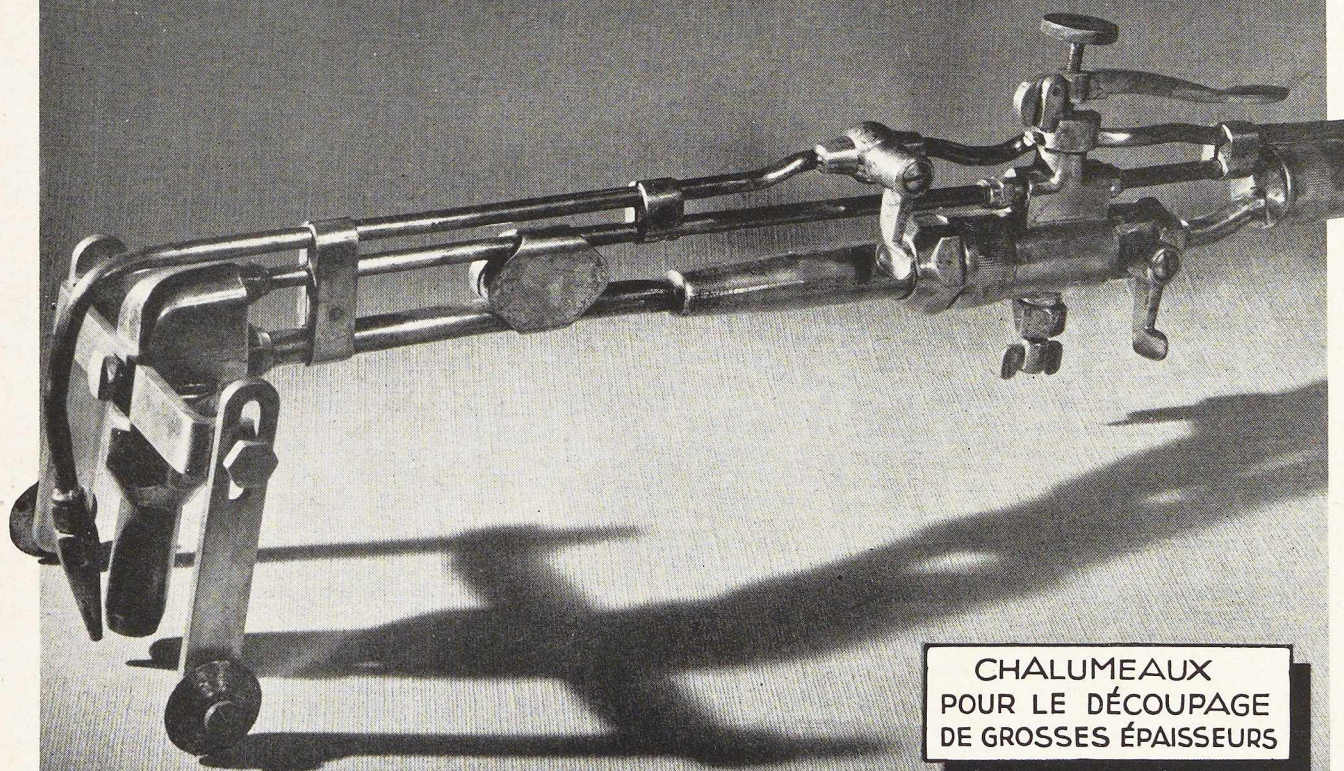
RÉSERVOIRS

MOTEURS ROTATIFS

RM A AIR COMPRIMÉ



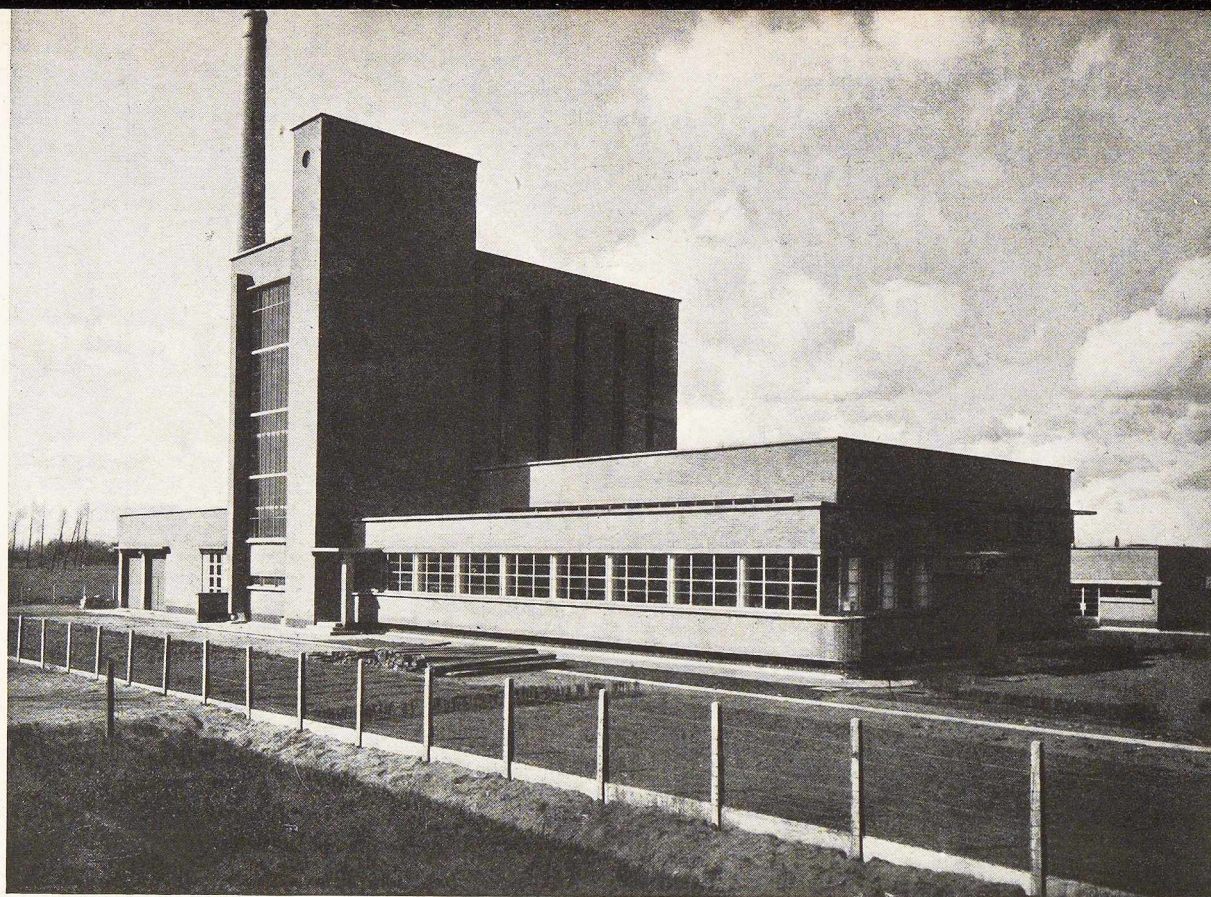
*Matériel pour toutes
les applications de la*
flamme
OXY-ACÉTYLÉNIQUE



CHALUMEAUX
POUR LE DÉCOUPAGE
DE GROSSES ÉPAISSEURS

L'OXHYDRIQUE INTERNATIONALE

SOCIÉTÉ ANONYME • 31, RUE P. VAN HUMBECK • BRUXELLES



Usine à Tendonck

Architecte : J. Lippens, Gand

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

MENUISERIES MÉTALLIQUES

CHASSIS, PORTES, CLOISONS EN ACIER
ANTICORODAL ET BRONZE

CHAMBRANLES ET TOLERIES
SABLAGE, PARKÉRISATION

METALLISATION

CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS
TUYAUTERIES, POTEAUX
SOUDURE ÉLECTRIQUE

REGISTRE DE COMMERCE : MONS 378



DYNASTEEL



FABRICATION BELGE

L'ACIER DE QUALITÉ
POUR L'OUTIL DE QUALITÉ

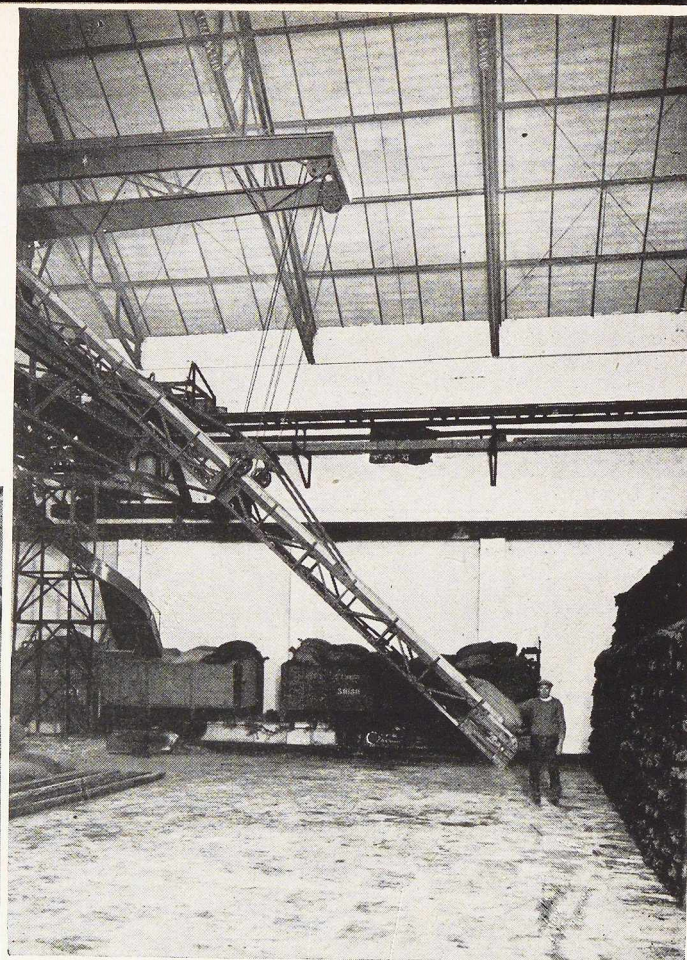
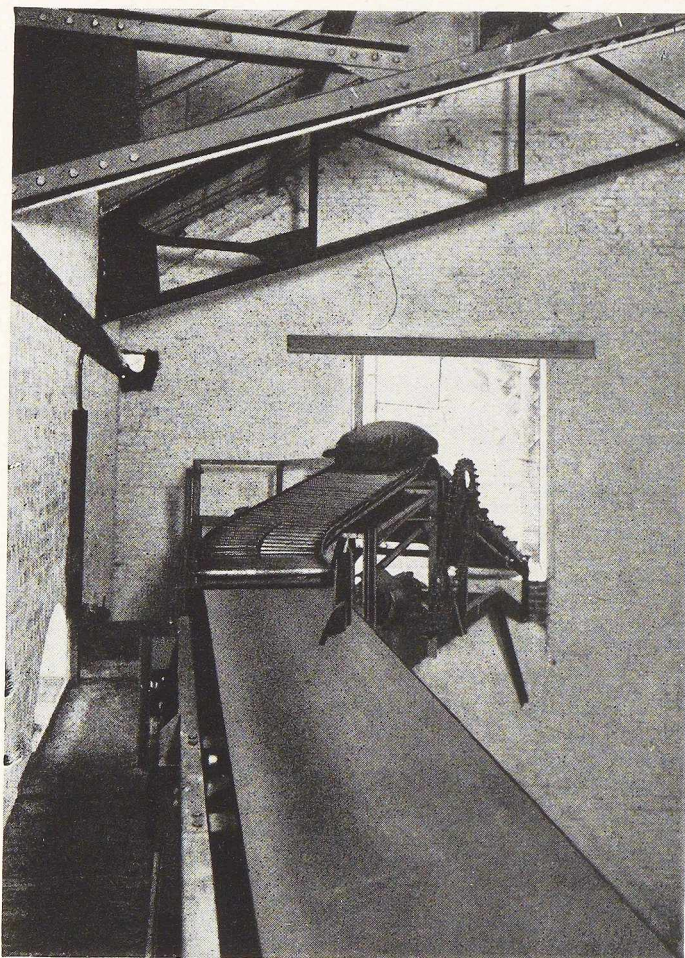


DU FOUR ELECTRIQUE
DANS VOTRE MAIN

EXCLUSIVITÉ DE VENTE

S^{TÉ} A^{ME} GILSOCO • LA LOUVIÈRE

ELÉVATEURS
TRANSPORTEURS
GERBEURS
TOBOGGANS
A SACS



**INSTALLATION
DE STOCKAGE ET DE DÉCHARGEMENT DE SACS**

comprenant :

- Transporteur à courroie caoutchouc
- Table à rouleaux
- Transporteur à bande Sandvick le long du bâtiment
- Transporteur à bande Sandvick sur pont roulant
- Gerbeur de stockage et de reprise
- Toboggan de chargement de wagons et camions

**ATELIERS DE CONSTRUCTION
MECANIQUE DE TIRLEMONT S.A.**

ANCIENNEMENT ATELIERS J.-J. GILAIN. TÉLÉPHONE 12





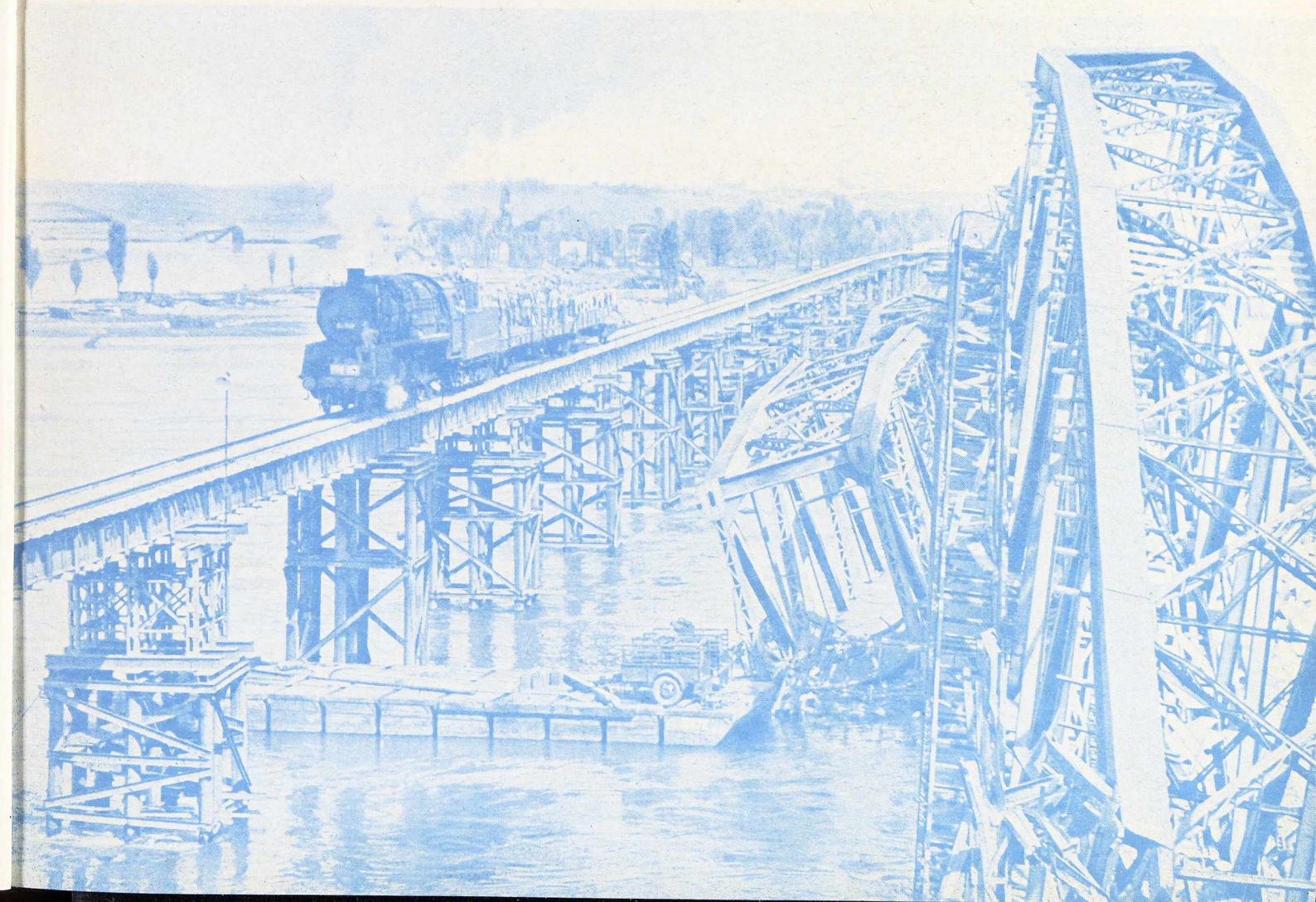
DE DIFFERDANGE

AGENCE DE VENTE POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE

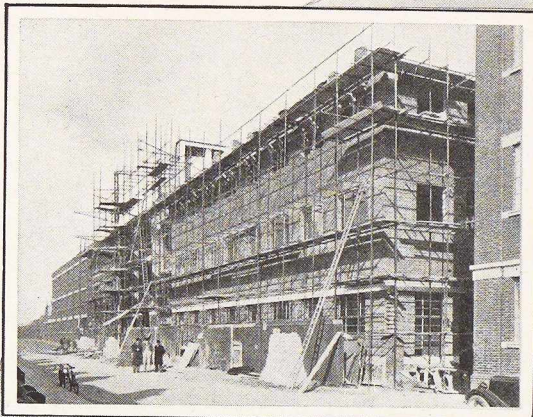
DAVUM, S. A., 22, rue des Tanneurs, 22, Anvers.

Téléphone 299.17. (5 lignes) — Télégramme Davumport

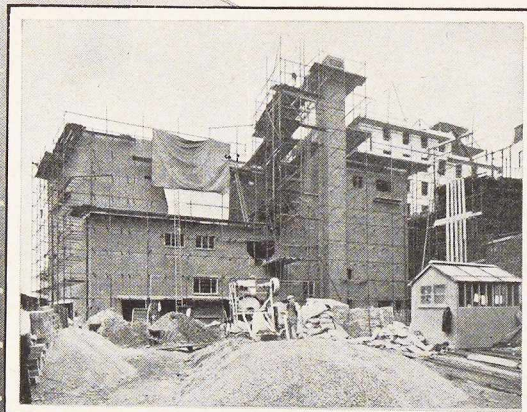
Pont sur le Rhin construit en poutrelles GREY, en un délai de 8 jours,
par le Génie militaire allié.



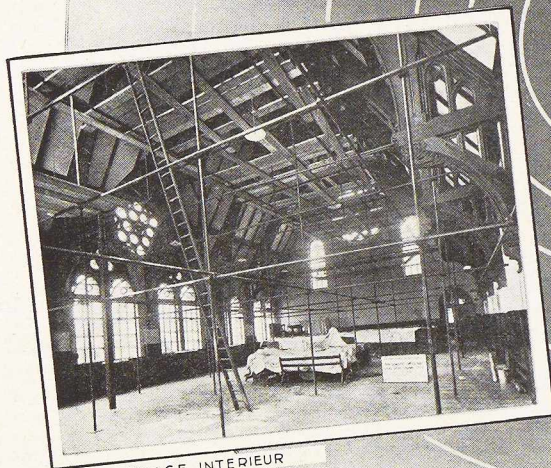
ECHAFAUDAGES TUBULAIRES "BURTON"



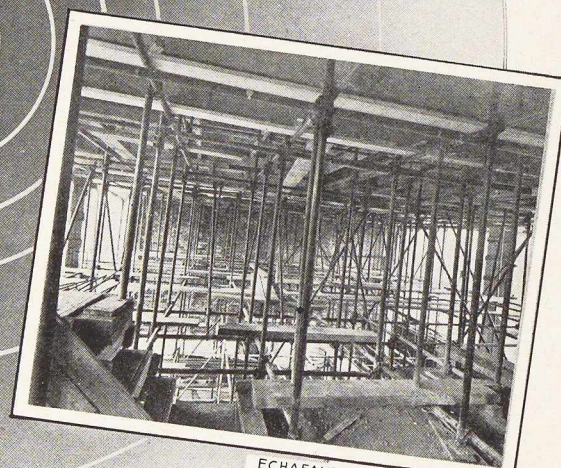
ECHAFAUDAGE INDEPENDANT



ECHAFAUDAGE SIMPLE

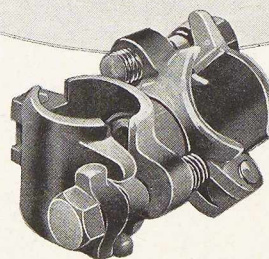


ECHAFAUDAGE INTERIEUR



ECHAFAUDAGE SERVANT D'ÉTANÇON

Systeme "DOUBLE-GRIP" en acier forgé-estampé



RAPIDITÉ

SÛRETÉ

Concessionnaires exclusif pour la Belgique, le G.-D. de Luxembourg et le Congo Belge

ALEXANDRE DEVIS & C^{IE}

SOCIÉTÉ EN COMMANDITE SIMPLE

43 rue Masui
BRUXELLES
Tél. 15.49.40 (4 lignes)

296, rue Saint-Denis
FOREST
Tél. 44.48.50 (3 lignes)

45 rue Goffart
IXELLES
Tél. 11.76.38 - 11.76.98

Les constructions tubulaires « Burton » sont brevetées en Belgique et à l'étranger

DEUX PROBLEMES IMPORTANTS POUR L'AVENIR DE L'INDUSTRIE BELGE

Exporter - Maintenir le marché conquis

VOTRE SOLUTION :

- Amélioration de la qualité de vos produits par contrôle de plus en plus rigoureux des matériaux et de la fabrication.
- Renonciation aux anciens procédés coûteux et lents — dont les résultats suffisaient avant 1940, mais qui, en 1946, sont surpassés et insuffisants — et leur remplacement par les plus récentes méthodes et l'équipement ultra-moderne. La technique est en marche.
- Ecartement de tous faux frais évitables afin de pouvoir concurrencer jusqu'à l'extrême limite. Le facteur faux frais est d'une importance prépondérante dans vos usines lors de la fixation de vos prix de revient.

LA REALISATION PRATIQUE :

Appliquez **LA NOUVELLE METHODE D'ESSAIS MICRO-MECANQUES DES METAUX ET SOUDURES PAR PLIAGES ALTERNES.**

Employez **L'APPAREIL A FLEXION « MIRONOFF ».**

- **Amélioration de la qualité** en complétant les essais de dureté par les essais de ductilité locale. L'évaluation exacte et strictement localisée de la plasticité et de la cohésion du métal permet d'apprécier : la ductilité locale du métal, sa capacité de subir les déformations plastiques, l'état et le caractère d'écrouissage, les particularités de sa structure interne (GROSSEUR DES GRAINS, caractéristiques de sa microstructure, etc.) son état physico-chimique (alliage, etc.)
- **Contrôle rigoureux et constant par adoption de la plus récente méthode** d'essais micro-mécaniques par pliages alternés dont les essais sont strictement localisés et réalisables à des distances de 3 à 4 mm. Les essais se font en quelques secondes et n'importe où dans l'usine, l'appareil étant léger et portable.
- **Ecartement des faux frais** : pas de préparation spéciale des éprouvettes, donc pas de perte de main d'œuvre spécialisée ; pas de personnel spécialisé requis pour les essais, la manipulation de l'appareil étant extrêmement simple ; pas d'usure ni des frais d'entretien ; écartement pur et simple des coûteuses analyses spectroradiographiques.

L'APPAREIL A FLEXION « MIRONOFF » signifie **PRECISION**
Faites usage de notre service d'essais et de prospection gratuit.
Les essais dans vos usines vous convaincront, mais ne vous engagent pas.



R. NAGELS & Co S. P. R. L.

8. COURTE RUE DES CLAIRES -- ANVERS

Adr. télégr.: Mironoff

Tél.: 290.59

- ★ ACIERIES
- ★ TOLERIES
- ★ LAMINOIRS

A CHAUD ET A FROID

- ★ FONDERIES
- ★ CABLERIES
- ★ TREFILIERES
- ★ FERBLANTERIES
- ★ CHANTIER NAVALS
- ★ CONSTRUCTEURS
AERONAUTIQUES
- ★ USINES DE MATERIEL
DE CHEMINS DE FER
- ★ USINES S'OCCUPANT
D'EMBOUTISSAGE
D'ETIRAGE
D'ESTAMPAGE
DE SOUDURE
AUTOGENE
- ★ FABRICANTS DE
CARROSSERIES
METALLIQUES
- ★ USINES D'ARMES
ET DE MUNITIONS
- ★ ADMINISTRATIONS
- ★ MINISTERES DE LA
MARINE, DE L'AIR,
DE LA GUERRE,
DU TRANSPORT,
ETC.



MEHLEN

CO

CO

PALPLANCHES BELVAL

Le nouveau programme des profils ondulés de l'usine de Belval comprend :

1. **Profils normaux »N«** -- Profils d'un module de 700 à 2350 cm³ pouvant suffire pour la plupart des travaux courants. Ces profils, laminés en cycle régulier par l'usine, sont livrables à très court délai.

2. **Profils renforcés »R«** — Profils normaux renforcés spécialement par rapport aux ailes et à la diagonale. Ces profils sont désignés pour le battage dans des terrains difficiles et là où une plus grande sécurité contre la corrosion est requise.

3. **Profils spéciaux.** — Dans ce groupe sont classés tous les autres profils d'une application moins fréquente. Leur laminage est sujet à l'accord préalable de l'usine.

Profitant d'une longue expérience, l'usine de Belval a **perfectionné l'emboîtement** des profils **Belval-Z** en se basant sur une conception nouvelle. Une plus grande solidité a été réalisée par une modification des bourrelets et par le renforcement de leurs tenants à la base ; en plus, les bourrelets ont été arrondis à la pointe de façon à obtenir un enfilage et un glissement plus faciles.

Une brochure spéciale donnant des indications détaillées sur les trois types de profils ondulés :

Belval-Z, Terres Rouges et Belval-O
est envoyée sur demande.

Pour la Belgique, s'adresser à

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE S.A.

11, QUAI DU COMMERCE, BRUXELLES

Tél. 17.22.46 - Adr. Tél. BELGOLUX BRUXELLES



OLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS S.A. LUXEMBOURG

APPAREILS DE LEVAGE, DE MANUTENTION ET DE TRACTION ÉLECTRIQUE



Grues de port. Grues pour chantiers navals.
Grues industrielles à crochet et à grappin.
Grues de façade pour entrepreneurs.

Ponts roulants en tous genres à crochets et à grappins. Ponts spéciaux de métallurgie : strippeurs, mélangeurs, enfourneurs de Fours Martin, pitts, défourneurs.

Cabestans. Grappins automatiques, etc.

Installations de manutention en tous genres :
transporteurs à courroies, transporteurs à racleuses, élévateurs à godets, vis d'Archimède, etc.

SOCIÉTÉ ANONYME

LE TITAN ANVERSOIS

H O B O K E N

BELGIQUE



Société Anonyme des
Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries
de

THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE

à Marcinelle

TÉLÉPHONE : CHARLEROI 122.93 (3 LIGNES)

TÉLÉGRAMMES : WEZMIDI-CHARLEROI

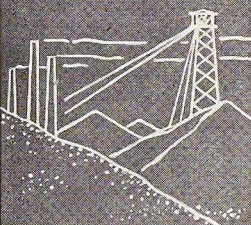
Spécialités :

Barres à boulons, à écrous,
à rivets et à fers à cheval.
Piquets de clôture standards,
droppers et varillas, marque
déposée « T. M. »



TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



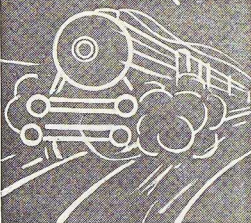
CANALISATIONS



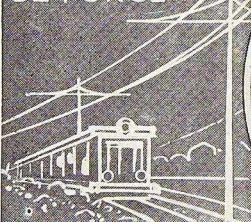
EAU

GAZ

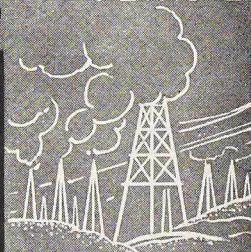
CONSTRUCTION
MÉCANIQUE



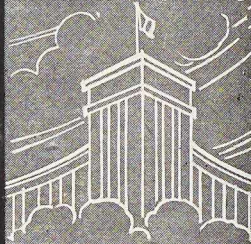
TRANSPORT
DE FORCE



PÉTROLE



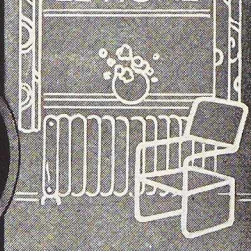
TRAVAUX PUBLICS



SPORTS



LE HOME



TOUS DIAMÈTRES
DE 3^{m/m} A 1250^{m/m}
ET PLUS



USINES À TUBES DE LA MEUSE

STÉ A ME FLÉMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO

ÉLECTRODES
POUR LA SOUDURE A L'ARC
OUTILLAGÉ
POUR SOUDEURS
TRANSFORMATEURS
DE TOUTES PUISSANCES

MÉTAUX D'APPORT
AUTODÉCAPANTS OU AUTODÉSOXYDANTS
POUR LA SOUDURE AU CHALUMEAU

DE L'ACIER, LA FONTE, LE BRONZE,
LE CUIVRE, LE LAITON, LE NICKEL,
L'ALUMINIUM ET SES ALLIAGES,
LA TOLE GALVANISÉE.

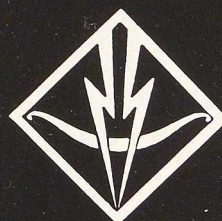
TOUJOURS
A L'AVANT-GARDE DU
PROGRÈS
ARCOS

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE AUTOGÈNE

S. A.

58-62, RUE DES DEUX-GARES — TÉL. 21.01.65

BRUXELLES



Le décapage Oxy-Acétylénique

Assure des surfaces

- *secs*
- *tièdes*
- *adhérentes*

*avant
peinturage...
et*

SUPPRIME

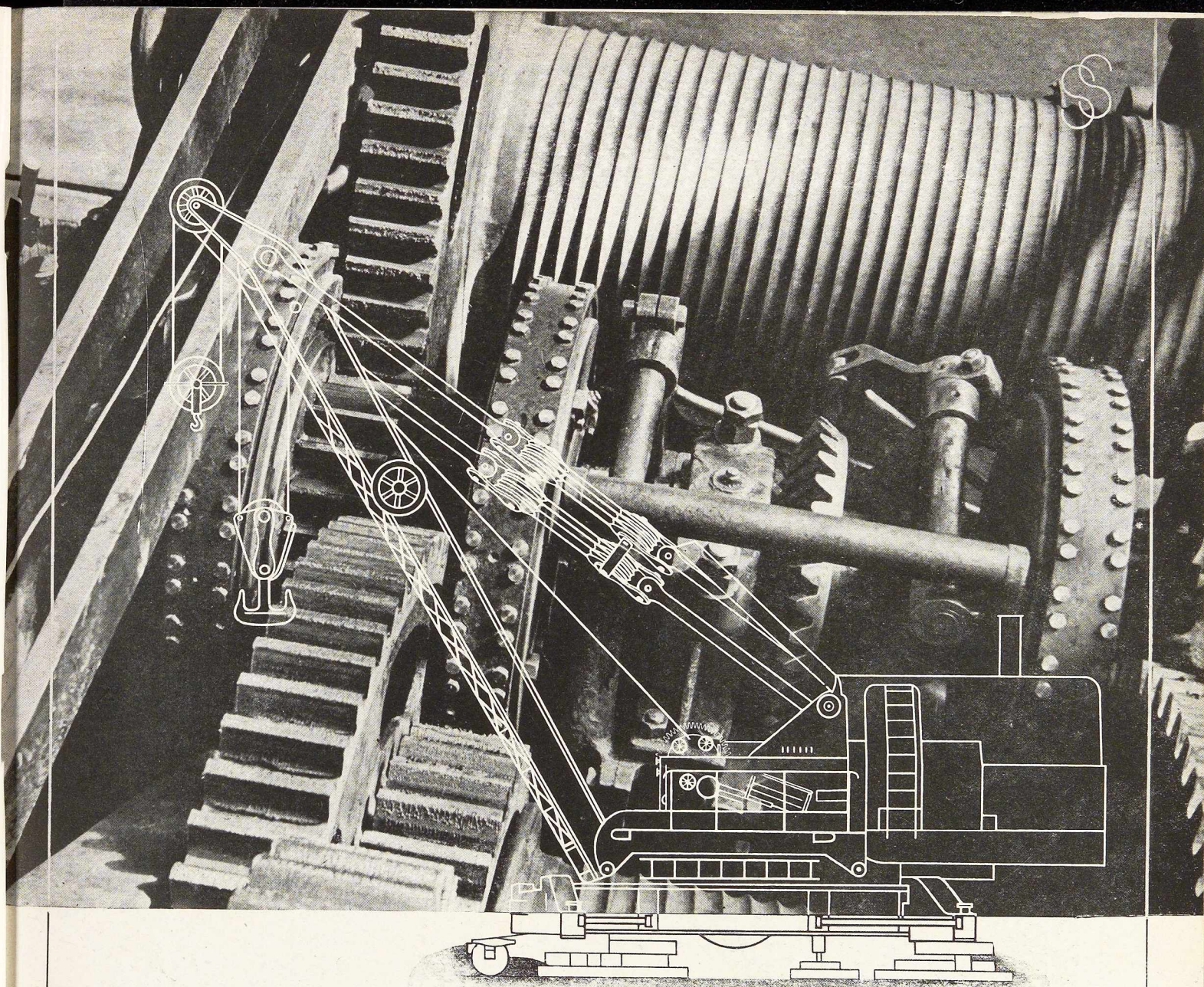
SOUFFLURES

ÉCAILLES

PIQURES DE ROUILLE

RIDES

par l'emploi des BRULEURS DE DÉCAPAGE DE
"L'AIR LIQUIDE, S.A.", 31, Quai Orban, Liège



DETAIL DU MECANISME D'UNE GRUE ROULANTE DE
150 Tonnes FOURNIE AUX CH. D. F. FRANÇAIS

COCKERILL

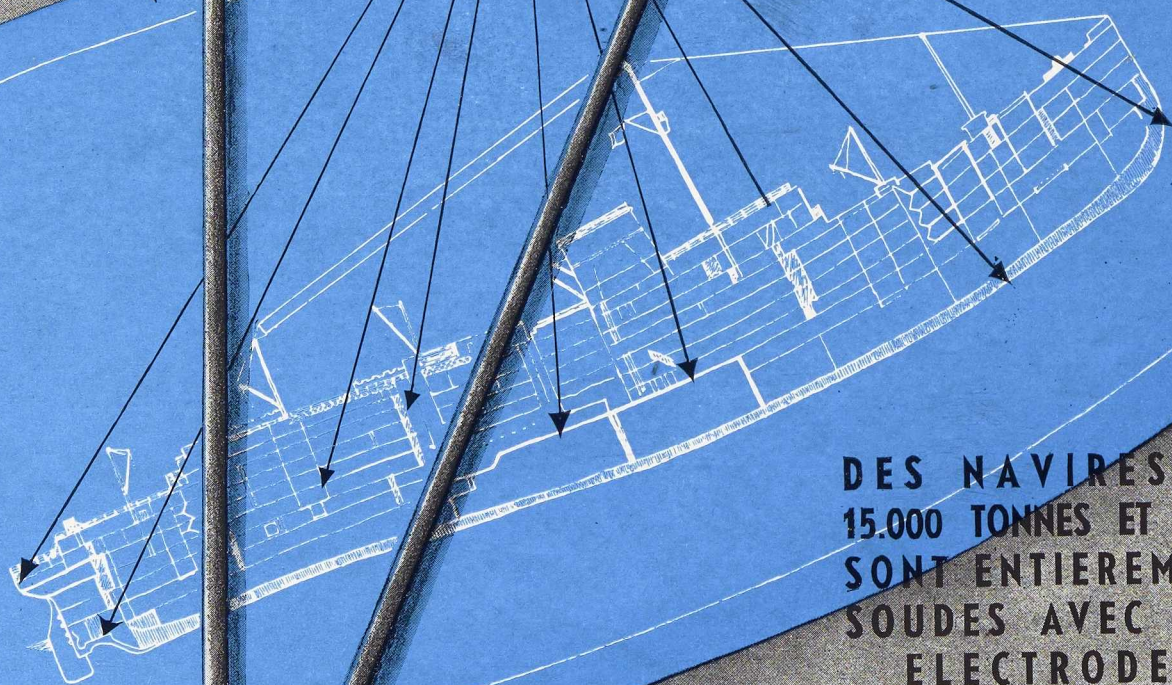
SERAING

Studio Simar-Stevens

Dans la construction navale

LES ELECTRODES

OK



**DES NAVIRES DE
15.000 TONNES ET PLUS
SONT ENTIEREMENT
SOODES AVEC NOS
ELECTRODES**

AGRÉES PAR LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
BUREAU VERITAS ET AUTRES SOCIÉTÉS
DE CLASSIFICATION

ESAB

SOCIÉTÉ ANONYME
116-118, rue Stephenson
BRUXELLES Téléphone 15.91.26



L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

10^e ANNÉE - N° 11-12

NOVEMBRE-DÉCEMBRE 1945

Le nouveau pont tournant du Havre

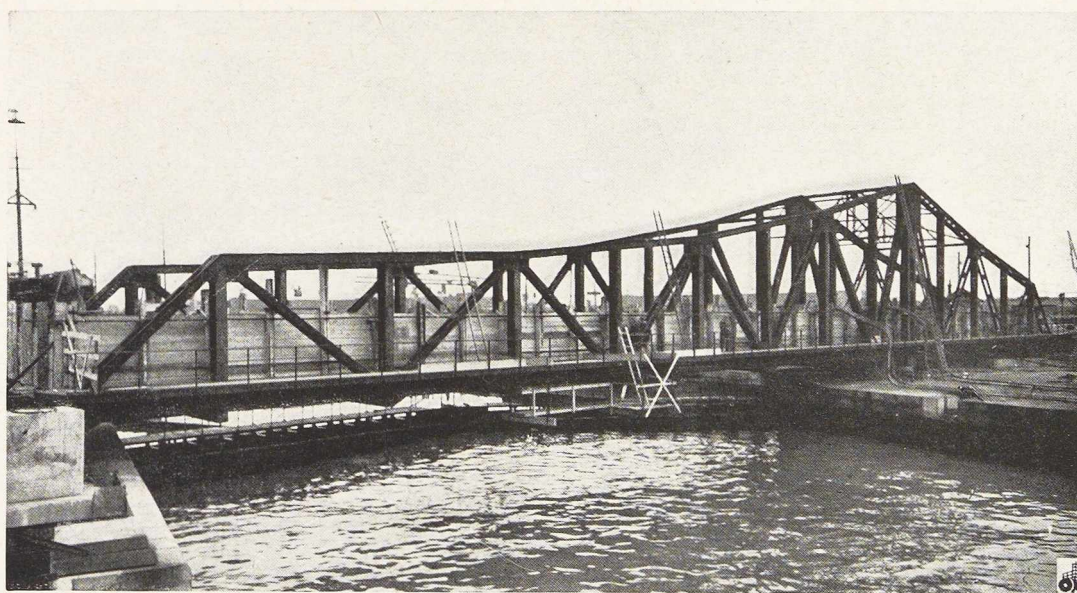


Fig. 316. Vue générale du pont tournant du Havre.

Peu de temps avant la guerre 1939-1945, les Etablissements Daydé ont achevé la construction d'un pont tournant soudé sur l'Ecluse des Transatlantiques au Port du Havre. Cet ouvrage fut réalisé en acier à haute résistance Ac 54.

Le nouveau pont (fig. 316), qui franchit l'Ecluse des Transatlantiques sous un angle de 77° , est situé sur l'une des plus importantes chaussées du port; il remplace un ancien pont tournant à deux volées en dos d'âne, construit en 1861 et arrivé à limite d'usure.

La longueur totale du pont est de 67^m10 , dont 43^m40 pour la volée et 23^m70 pour la culasse. L'ouvrage comporte une voie charretière de 6 mètres

de largeur, avec voie ferrée centrale et deux trottoirs de 1^m50 de largeur utile en encorbellement, disposition économique du fait de la réduction de longueur des entretoises. Bien que son axe soit biais par rapport à l'écluse qu'il franchit, le pont est droit.

Charpente métallique

Les poutres principales (fig. 317), espacées de 6^m90 d'axe en axe, sont des poutres triangulées du type Warren, à hauteur variable; de 9^m50 au droit du chevet, cette hauteur s'abaisse à 3^m80 à l'extrémité de la volée et à 4^m10 à l'extrémité de la culasse. Les membrures inférieures des pou-

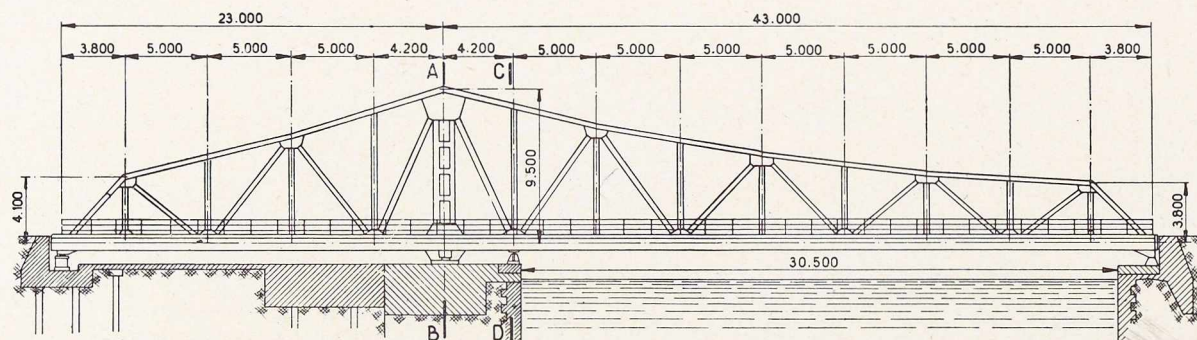


Fig. 317. Elévation du pont tournant sur l'Ecluse des Transatlantiques.

tres sont horizontales; elles sont contreventées par le tablier, qui possède une grande rigidité transversale du fait que le platelage est constitué par des dalles en acier moulé, soudées aux entretoises et aux longerons.

Les membrures supérieures ne sont contreventées et entretoisées que dans les deux panneaux situés de part et d'autre du chevêtre. Les membrures inférieures et supérieures et les diagonales courantes sont constituées par des U assemblés en caissons par des plats. Les diagonales voisines du chevêtre et les montants sont constitués par des poutrelles d'une hauteur de 0^m50. Les entretoises et les longerons sous chaussée, à l'exception des longerons sous rails, ont une hauteur de 0^m40 et sont constitués par des âmes et des semelles assemblées par soudure et renforcées localement par des goussets.

Les longerons sous rails sont constitués par des profilés de 0^m80 de hauteur. L'espacement des entretoises est de 5 mètres, celui des longerons sous chaussée de 1^m10. Le chevêtre est formé par une poutre de 1^m35 de hauteur formée de deux âmes et de deux semelles ayant respectivement 36 et 42 mm d'épaisseur réunies par des diaphragmes.

Le platelage de la chaussée est constitué par des plaques nervurées en acier moulé de 1^m66 de longueur soudées, d'une part, sur les longerons et, d'autre part, sur des entretoises constituées par des poutrelles PN 22. Ces plaques sont formées par une tôle de 15 mm d'épaisseur comportant des saillies rectangulaires de 7 mm de hauteur disposées en quinconce. Cette tôle est supportée par des nervures de 11 mm d'épaisseur espacées de 250 mm.

Au-dessus de la caisse à lest, les plaques sont boulonnées aux longerons et entretoises au moyen de goujons en bronze, de manière à pouvoir être enlevées facilement.

Pour rendre le roulage moins dur et en même temps amortir les chocs auxquels sont soumises les plaques, le platelage du pont a été recouvert d'une couche de bitume asphaltique, qui adhère d'une façon satisfaisante à l'acier moulé.

Le platelage présente l'avantage important d'être étanche, ce qui met les éléments du tablier à l'abri d'une cause certaine de corrosion et il est d'un poids relativement modéré : 200 kg/m². Il faut d'ailleurs souligner que le poids total du tablier ainsi conçu, abstraction faite des poutres principales, mais compte tenu du poids des lon-

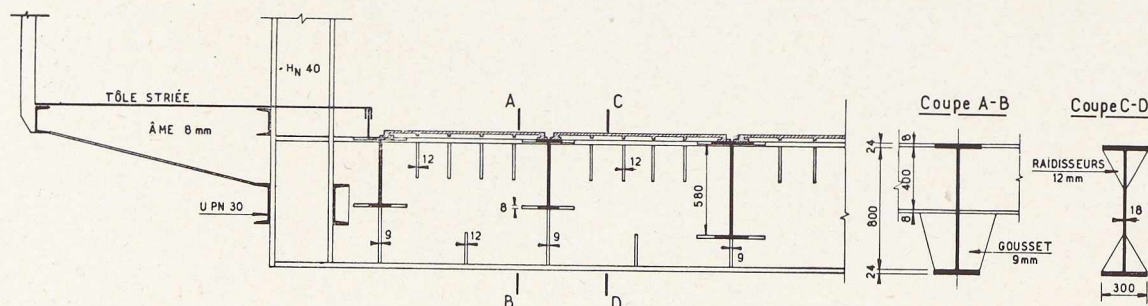


Fig. 318. Détail d'une entretoise.



Fig. 319. Coupes transversales.

gerons et entretoises, est moindre que celui d'un tablier en bois.

Les rails de la voie ferrée sont du type Brunel. Ils sont soudés sur les longerons et ne font aucune saillie sur le niveau de la chaussée. Le contre-rail est constitué par le bord de la plaque en acier moulé du platelage, soudée dans l'intervalle des rails sur les longerons de la voie ferrée.

Le plancher des trottoirs est constitué par des tôles d'acier striées de 8 mm d'épaisseur, la hauteur des stries ou saillies est de 2 mm. Ces tôles sont raidies par des plats de 40×7 mm soudés suivant les axes de chaque élément.

Une mention spéciale doit être faite pour l'assemblage des entretoises sur les membrures. On avait préconisé l'assemblage du Type A (fig. 321) qui paraissait bien adapté à la transmission des efforts d'extension qui peuvent prendre naissance dans la semelle supérieure des entretoises en raison des moments d'encastrement existant à leurs extrémités. Finalement, l'assemblage B a été retenu sur les propositions de l'entrepreneur, la réalisation de l'assemblage A présentant des difficultés de montage.

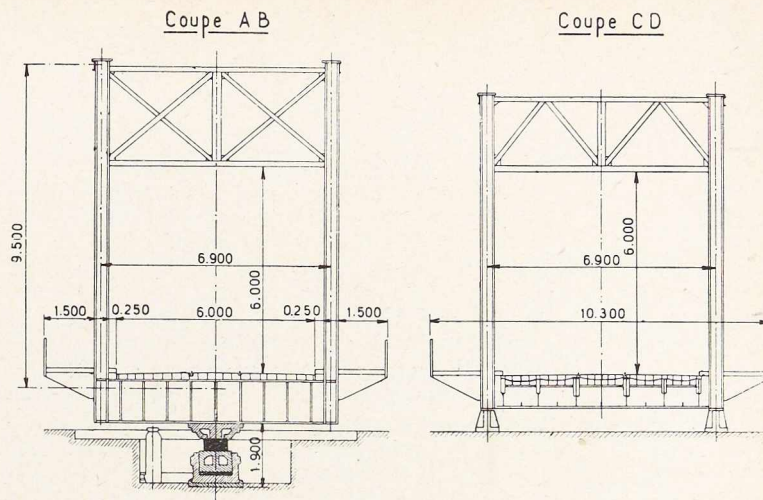
Quant au chevêtre, son assemblage sur le portique central reproduit dans ses grandes lignes l'assemblage qui vient d'être décrit. Dans l'ensemble, les soudures étaient accessibles sans grandes difficultés. Faisaient toutefois exception l'attache des longerons de rive sur les entretoises, laquelle n'était accessible que sur une face et l'attache des profilés constituant les diagonales sur les faces intérieures des goussets.

Lors de l'exécution, des cordons d'étanchéité effectués en une seule passe furent réalisés sur tous les bords des assemblages qui n'étaient pas fixés par des cordons de résistance.

Calculs de résistance

Méthode et principes adoptés

Le pont est calculé comme un système réticulé, abstraction faite des montants; toutefois, les contraintes des montants qui aboutissent aux nœuds supérieurs des poutres-maitresses ont été calculées comme si ces montants servaient uniquement à reporter à ces nœuds la charge correspondante du tablier. La présence des autres montants qui échappent à ce calcul simpliste se justifie par l'intérêt qu'il y a à assurer un bon contreventement transversal des poutres et à diminuer, eu égard au flambage, les longueurs entre nœuds des éléments des membrures. L'existence de ces montants peut évidemment prêter à critique, étant



donné l'inexactitude où on se trouve quant à la façon dont ils travaillent. Mais elle apporte une rigidité supplémentaire à l'ouvrage et elle est conforme à des précédents nombreux et récents, tels les ponts basculants du canal de Tancarville et le pont de l'Ecluse du Nord à Bremerhaven. C'est là une des meilleures justifications qu'on puisse en donner. Lorsque le pont est en rotation, les réactions se déterminent par la statique. Lorsqu'il est calé, il constitue un ouvrage hyperstatique puisqu'il repose sur trois appuis.

Les calculs ont été faits par la méthode des lignes d'influence. Etant donné le caractère hyperstatique de l'ouvrage, leur détermination a nécessité auparavant celle de la ligne d'influence de la flèche prise par l'extrémité de la culasse dans

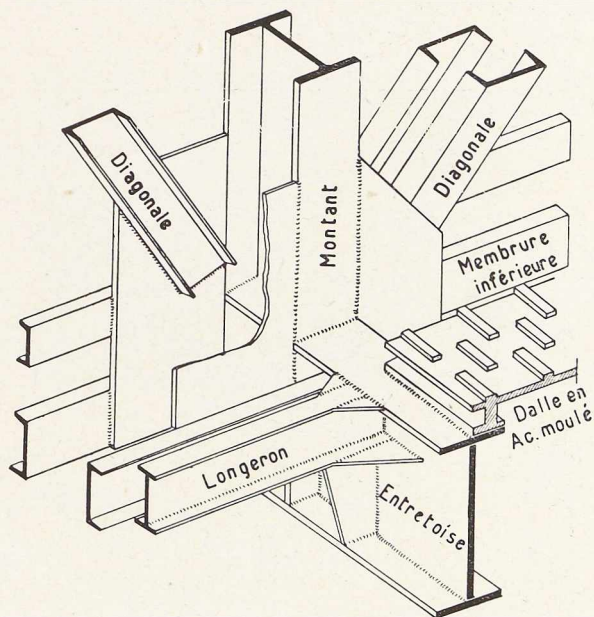


Fig. 320. Détail d'un nœud soudé.

l'hypothèse où le pont n'aurait reposé que sur l'appui de volée et sur l'appui intermédiaire. La valeur de cette flèche a été calculée par la formule déduite du théorème de Castigliano.

Valeur des contraintes

L'hypothèse la plus défavorable dans le cas du pont calé correspond au passage du train type avec vent de 150 kg/m², les trottoirs étant en outre surchargés à 400 kg/m². C'est une hypothèse qui, surtout dans le cas présent, comporte une marge très large par rapport aux charges qui peuvent se présenter dans la pratique. Par contre, les barres dont la sollicitation maximum correspond au pont décalé, c'est-à-dire des membrures inférieures et supérieures au voisinage du chevêtre, sont effectivement soumises à cette sollicitation à chaque manœuvre.

Ceci dit, les contraintes adoptées dans les cas les plus défavorables sont les suivantes en kg/mm² :

	Taux de travail effectif	Taux permis de travail admissible kg/mm ²
Membrures des poutres-maitresses . .	17,3	19
Entretoises.	18,7	19
Longerons sous chaussée	17,5	19
Longerons sous voie ferrée	18,4	19
Dalles de platelage .	16,0	18

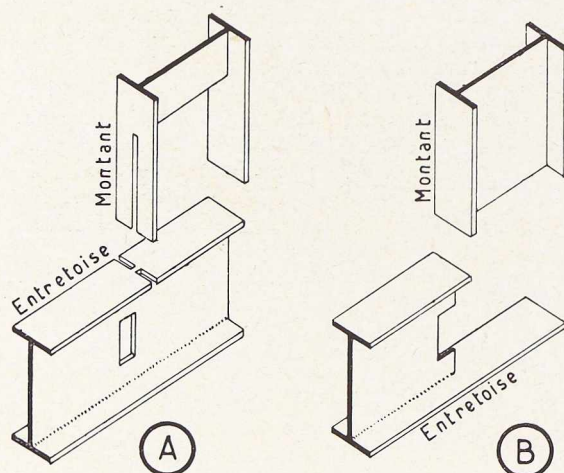


Fig. 321. Assemblages types A et B.

En ce qui concerne les soudures, la valeur adoptée pour le coefficient a été uniformément celle applicable aux soudures de chantier.

La contrainte maximum des cordons d'angle, attachant les diagonales sur les goussets, atteint, avec les hypothèses de calcul exposées ci-dessus, 9,9 kg/mm². Pour les autres joints, notamment ceux des membrures, qui comportent à la fois des soudures bout à bout et des cordons d'angle, la contrainte maximum admise est celle correspondant au cisaillement, c'est-à-dire à celle des cordons d'angle.

Qualité et provenance des matériaux

Le devis particulier stipulait que les aciers laminés répondraient aux spécifications imposées pour l'acier Ac 54 par l'annexe à la circulaire du 7 février 1933, qu'ils seraient exclusivement élaborés au four Martin et qu'ils devraient présenter une résilience U. F. d'au moins 7 kgm/cm², sans préciser d'ailleurs si cette résilience devait être mesurée en long ou en travers.

Les plaques en acier moulé devaient être de la qualité ES définie par les spécifications techniques des grands réseaux, soit notamment :

$$R = 55 \text{ kg/mm}^2 \quad A \geq 15 \%$$

Le métal d'apport devait satisfaire aux clauses de l'annexe à la circulaire du 19 juillet 1934, modifiée par celle du 25 juillet 1935.

Aciers laminés

La fourniture des aciers laminés a été répartie parmi les Usines d'Hagondange, les Aciéries Rombas (Chromaro) et la Fabrique de Fer de Maubeuge (Inox).

D'après les renseignements communiqués par les aciéries, l'élaboration des aciers a été exécutée dans les conditions suivantes :

a) Usines d'Hagondange. — Les profilés livrés par ces usines comportaient des poutrelles Hn 40 et 60 ainsi que des PN 45 et 60.

La fabrication de profils aussi importants en acier Ac 54 répondant à la circulaire du 7 février 1933, avec résilience U. F. d'au moins 7 kgm/cm², n'était pas sans présenter des difficultés très sérieuses.

Après plusieurs essais, le fournisseur a demandé, et obtenu, de livrer les I. P. N. en acier Martin Ac 42 ce qui d'ailleurs ne présentait pas d'inconvénients majeurs, étant donné qu'ils étaient destinés à la caisse à lest et ne travaillaient qu'à un taux réduit.

Il en était tout autrement des Hn qui devaient impérativement être livrés dans la nuance de



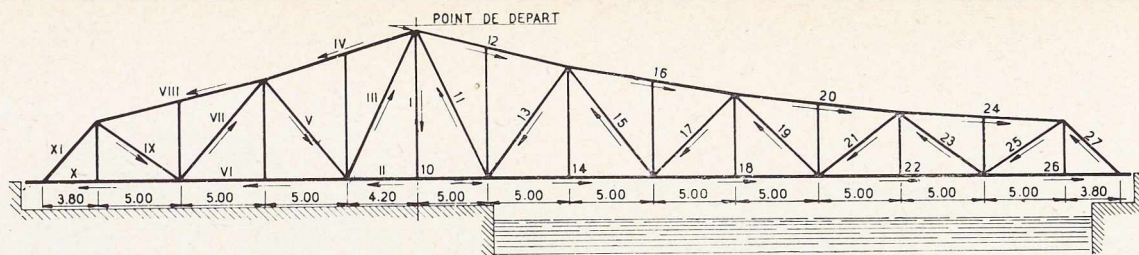


Fig. 322. Schéma du pont montrant l'ordre d'exécution des soudures.

métal prévue, bien que la largeur des ailes de ces profils en rendit le laminage plus difficile en acier demi-dur.

Les Usines d'Hagondange, appartenant à l'Union des Consommateurs de Produits métallurgiques et industriels, se sont attaquées au problème et, sous les quelques réserves de détail dont il sera parlé plus loin, l'ont résolu dans des conditions satisfaisantes.

Ce résultat n'a d'ailleurs été acquis que grâce à toute une série de mesures ayant trait tant à l'élaboration du métal qu'au laminage proprement dit; notamment :

Choix des matières premières enfournées : mitrilles de premier choix et fontes hématites F. A. H. élaborées par le producteur lui-même dans des conditions de régularité et de qualité bien connues;

Surveillance de toutes les opérations effectuées dans un des deux grands fours Martin basculants de 100 tonnes à l'usine;

Coulée dans de grosses lingotières renversées et masselottées.

Les lingots, après avoir été transformés en blooms, ont été très largement chutés pour éliminer toute trace de retassures. Ils ont été réchauffés dans des fours Pitts et laminés au gros train de 925.

b) Aciéries de Rombas. — Ces aciéries réalisèrent la fourniture qui leur incombait en acier Chromaro. Elles éprouvèrent également quelques difficultés de laminage. Il fut impossible de réaliser les U renforcés de $240 \times 90 \times 14,5$ mm à cause de l'épaisseur de leur âme. Ce profil, employé uniquement pour la constitution de la diagonale 17 fut remplacé par un U de $260 \times 92 \times 12$ mm.

La fabrication fut conduite avec les particularités suivantes :

L'acier était calmé au four avec 0,40 % de silico-manganèse (Si : 20 à 25 %; Mn : 60 à 65 %) ajouté en deux étapes (0,25 %, 5 minutes avant l'addition de ferro-chrome carburé, et 0,15 %, 5 minutes avant l'addition de ferro-manganèse) et en poche avec 0,38 % de ferro-silicium à 75 %.

Le métal était coulé en lingots carrés masselottés. Les lingots aussitôt démoulés étaient enfournés dans des fours Pitts, et réchauffés jusqu'à la température de laminage. Le laminage en

brames se faisait à 1.200° environ. Le chutage était de 22 % en tête et 4 % en pied. Les brames refroidies étaient burinées, réchauffées et laminées en plats entre 1.200° et 1.300°. Les plats laminés n'avaient pas subi de traitement thermique.

c) Fabrique de fer de Maubeuge. — Les tôles et larges-plats fournis par cette société furent exécutés en acier marque INOX élaboré suivant le procédé fonte mitraille.

L'acier était calmé au silicium par l'addition en poche de ferro-silicium à 45 %. Les lingots étaient coulés en source.

Le chutage des lingots était en moyenne de 68 % du poids de la tôle (nécessitant l'emploi d'un lingot de 1.680 kg pour 1.000 kg de tôles livrées). En larges-plats, le chutage était de 30 %. Les lingots étaient réchauffés pour le laminage jusqu'à une température de 1.200° environ. Après refroidissement en air calme, les tôles étaient recuites par réchauffage à une température de 850° environ, suivi d'un refroidissement en air calme.

Sur produit écroui, avant traitement thermique, la moyenne des caractéristiques était la suivante : $R = 65 \text{ kg/mm}^2$; $E = 42 \text{ kg/mm}^2$; $A = 17 \%$.

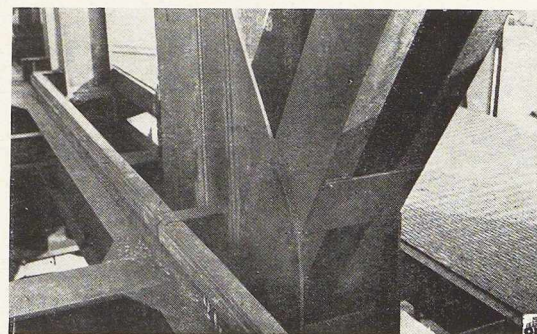


Fig. 323. Détail d'un assemblage soudé (voir fig. 320).

Electrodes

Préalablement à l'exécution des travaux, un certain nombre d'essais avaient été réalisés par le constructeur en vue de déterminer le type d'électrode à adopter. Ces essais conduisirent à choisir l'électrode de la Maison Sarrazin, désignée sous

la rubrique « Fusarc Marine 60, Ponts et Chaussées ». Il en avait d'ailleurs été de même antérieurement lors de la construction d'une drague en acier Ac 54 par les Forges et Chantiers de la Méditerranée.

Les caractéristiques mécaniques du métal déposé avec ces électrodes étaient les suivantes :

Electrodes de 4 mm de diamètre	R.	58 à 62	kg/mm ²
	E.	49,4 à 54,2	kg/mm ²
	A.	18 à 21	%
	ρ	12,7 à 14,2	kgm/cm ²
Electrodes de 5 mm de diamètre	R.	57,2 à 57,3	kg/mm ²
	E.	44,6 à 47	kg/mm ²
	A.	18,4 à 19,6	%
	ρ	11,6 à 14,5	kgm/cm ²

Préparation et montage des éléments du pont

Il faut naturellement distinguer les travaux en atelier et les travaux sur chantier, le plus grand nombre possible de pièces composées d'éléments assemblés ayant été exécuté en usine. Les principales de ces pièces sont les suivantes :

- Sommier.
- Entretoises.
- Longerons.
- Montants avec leurs goussets.
- Membrures inférieures et supérieures.
- Diagonales.

Travaux en atelier

L'agrément des soudeurs subordonné à l'exécution correcte des essais prescrits par l'Instruction (pliage, soudure bout à bout, soudure en croix) ne donna lieu à aucune observation. L'angle minimum de pliage sans criques obtenu fut de 90°. Dans la presque totalité des cas, le pliage put être poussé jusqu'à 150° sans crique. Quant aux essais de traction des éprouvettes soudées bout à bout ou en croix, ils conduisirent, à de rares exceptions près, à des ruptures hors soudeure. On doit toutefois bien se garder de déduire, du fait que les soudures résistent aux épreuves, que les soudeurs qui les ont exécutées sont irréprochables. Cela prouve en premier lieu la bonne qualité du métal d'apport. Mais, si celui-ci est très résistant, sa qualité peut masquer des défauts locaux d'exécution, tels que collages et inclusions.

Il est donc au moins aussi instructif sinon même indispensable, quand on s'est assuré que le métal d'apport est de qualité convenable, de procéder à des sections des assemblages d'épreuve et conformément à la méthode d'essai, de les examiner après polissage et attaque macrographique. On est ainsi beaucoup mieux renseigné



Fig. 324. Vue d'ensemble.

sur la façon dont les soudures ont été exécutées que par une rupture dans le métal de base.

Vers la fin des travaux en atelier, tous les soudeurs refirent avec succès les éprouvettes de soudure d'angle et de soudure bout à bout. Les soudures en usine furent marquées par quelques incidents :

1° Malgré leur épaisseur, les semelles du chevre montrèrent une tendance à se cintrer. Pour y remédier les passes successives furent martelées;

2° Par suite de la disposition des soudures des goussets sur les montants, les goussets ne restèrent pas dans le plan des ailes des fers sur lesquels ils étaient attachés. Ils furent redressés par chaudronnage après chauffage à 200°.

Travaux sur chantier

1° *Programme de montage.* — Les poutres principales furent dressées et assemblées par boulons tournés dans des trous de même diamètre. Elles reposaient sur des calages en bois de 0^m80 de hauteur environ disposés au droit de chaque entretoise. Le tablier reposait sur des calages distincts. Les longerons et entretoises étaient également maintenus à leur emplacement théorique par des boulons tournés au moyen d'équerres soudées provisoirement.

Si l'on avait voulu supprimer toute tension de retrait, il apparaît bien qu'il aurait fallu assembler séparément entre eux : les différents éléments du tablier, en prenant soin de souder simultanément toutes les extrémités des longerons fixés à une même entretoise et celles des dalles; les barres constituant les poutres principales en suivant la triangulation comme l'indique le croquis. Ensuite, on aurait dû solidariser le tablier et les poutres en attachant les entretoises aux nœuds inférieurs de ces dernières.

Abstraction faite de ces montants, les effets de retrait qui peuvent se produire aux assemblages



des nœuds se traduisent ainsi par une flexion des deux derniers côtés assemblés, flexion qui à raison de leur longueur et de leur inertie modérée n'entraîne que de faibles contraintes supplémentaires. Quant aux montants, ils peuvent être assemblés en dernier lieu, le retrait de leur assemblage étant facilement absorbé lui aussi par la flexion des membrures principales. Toutefois, il faut remarquer que le bénéfice de cette méthode qui aurait supposé un assemblage par des boulons d'un diamètre inférieur à celui des trous de montage, ne serait complet que si les poutres étaient construites à plat, leurs éléments reposant sur des supports permettant un déplacement sans effort. Les poutres étant montées en position verticale sur des appuis plus ou moins déformables, on ne sait pas exactement ce qui se passe.

D'autre part, en assemblant à part le tablier et les poutres principales, on serait exposé au risque très sérieux de voir les attaches de ces deux parties de l'ouvrage s'écarter de leur position théorique. Aussi s'est-on écarté de la méthode décrite ci-dessus et a-t-on conduit de pair l'assemblage de l'ossature du tablier et celui des poutres-maitresses. On a toutefois conservé le principe de l'exécution des soudures en suivant la triangulation. Mais il est facile de voir que la rigidité du tablier s'opposait dans la moitié des cas à la compensation par flexion des efforts de retrait.

2° *Réglage du pont.* — Lorsque le pont fut achevé, il fut calé au droit des appuis intermédiaire et de volée sur des cales fixes et au droit de l'appui de culasse sur des vérins munis de manomètres, de manière qu'au droit de ces différents appuis, on retrouve les cotes observées en fin de montage. Les vérins furent alors ouverts jusqu'à ce que la diminution de réaction sous chaque poutre principale soit de 10 tonnes. La cote ainsi atteinte fut notée pour servir de base au réglage en hauteur des appareils de calage de la culasse.

3° *Exécution des soudures.* — Les soudeurs, dont certains avaient d'ailleurs une sérieuse expérience, furent agréés dans les conditions réglementaires. Cette opération ne donna lieu à aucune remarque particulière.

Le chantier comportait cinq postes de soudure marque Sarrazin convertissant le courant alternatif du secteur en courant continu. L'intensité absorbée par chaque soudeur était contrôlée par des appareils dont la précision avait été préalablement vérifiée.

Le nombre d'électrodes utilisées par heure et par ouvrier sur le chantier était de 13 pour les

électrodes de 3,25 mm, de 12 pour les électrodes de 4 mm et de 10 pour les électrodes de 5 mm.

Le montage de la charpente fit apparaître un certain nombre de défauts dus dans la presque totalité des cas aux tolérances admises pour les profils laminés. C'est ainsi qu'en ce qui concerne l'assemblage des longerons sur les entretoises, les assemblages se répartissaient comme suit du point de vue de leur préparation :

- 40 % étaient corrects;
- 25 % étaient passables avec un jeu de 3 mm au plus;
- 35 % étaient nettement insuffisants.

4° *Contrôle des soudures.* — La confiance réduite accordée aux soudures de chantier par rapport à celles d'atelier incita à rechercher un mode de contrôle supplémentaire, en dehors de celui résultant de la surveillance de l'intensité du courant de soudure et de l'aspect extérieur des cordons. Le recours aux rayons X fut d'abord envisagé, mais il ne fut pas possible de trouver un organisme acceptant de prendre les films et de les interpréter. Le choix se porta en définitive sur la fraiseuse Schmückler, grand modèle, dont un spécimen avait été utilisé pour la surveillance des travaux de renforcement du pont d'Austerlitz. On peut évidemment reprocher à l'emploi de cet engin d'entraîner une destruction partielle des assemblages à examiner. Mais dès que ces assemblages sont quelque peu longs, c'est un inconvénient minime. Il est largement compensé par le caractère incontestable des résultats obtenus et par le fait que le procédé en cause ne nécessite pas le recours à des agents spécialisés. Des fraisages furent pratiqués aussi bien dans les soudures d'atelier que dans celles de chantier.

Organisation du chantier

Etant donné la situation de l'ouvrage sur une des voies les plus fréquentées du port, principalement les jours d'arrivée ou de départ de paquebots, il convenait d'en conduire le montage de manière à réduire au strict minimum et même si possible à supprimer toute interruption de la circulation routière.

A cet effet, on avait d'abord envisagé de construire le pont dans le prolongement exact de la position qu'il devait occuper en position ouvert à la navigation mais à 40 mètres à l'Est de cette position et au niveau du terre-plein. Pendant toute la durée de la construction, le pont actuel serait resté en service; il n'aurait été enlevé qu'une fois celle-ci terminée. Il aurait fallu alors déplacer le nouveau pont de 40 mètres pour l'amener à l'aplomb, puis le descendre d'environ deux mètres sur son pivot. A coup sûr, il n'y avait pas

là de difficultés insurmontables; mais les opérations nécessaires auraient été coûteuses et longues et se seraient traduites par une interdiction de la circulation routière d'au moins un mois.

Aussi, fut-il décidé d'installer un pont provisoire en travers de l'écluse en utilisant un ancien ouvrage désaffecté, préalablement renforcé dans la mesure nécessaire. Evidemment, cette solution condamnait l'Ecluse des Transatlantiques qui sert de secours au Sas Quinette de Rochemont, mais si cela avait été indispensable, le pont provisoire aurait pu, en une journée ou deux au plus, être enlevé de la même façon qu'il avait été mis en place, avec l'aide de la grue de 200 tonnes. Plusieurs ponts tournants ont d'ailleurs été déplacés par ce procédé.

Peinture

Les cahiers des charges prescrivent, en général, l'application d'une couche de minium en atelier. Cette mesure n'a pas été adoptée dans le cas présent pour deux raisons :

a) Il avait paru que le contrôle de l'application de cette première couche, dont l'importance pour la tenue des couches ultérieures est considérable, serait plus facilement assuré sur le chantier, grâce à la présence constante des surveillants de l'Administration;

b) D'autre part, les résultats de nombreux essais de corrosion avaient montré la nécessité de débarrasser les fers de leur pellicule de laminage ou calamine préalablement à leur mise en peinture. C'est que, si la calamine, lorsqu'elle est bien adhérente, n'est pas une cause immédiate de corrosion, il n'en est plus de même à partir du moment où elle présente des solutions de continuité et où, à la faveur de l'humidité atmosphérique, des phénomènes électrolytiques peuvent se développer grâce au couple qu'elle forme avec l'acier. Mais la calamine est extrêmement adhérente sur les fers neufs. Un des moyens recommandés pour s'en débarrasser consiste à laisser les aciers séjourner sur parc sans protection, de manière à favoriser un début de corrosion grâce auquel la calamine peut s'enlever par écailles. Une pratique adoptée par la Marine Nationale consiste à accélérer cette corrosion en frottant les tôles avec un tampon imbibé de sable et trempé dans l'eau de mer. Eu égard à ces considérations, seules les faces venant en contact dans les assemblages reçurent une couche de minium en atelier.

Mais malgré une exposition fort longue, 25 mois, tant au chantier du constructeur qu'au Havre, la calamine était encore très adhérente par places. Devant l'impossibilité de l'enlever par un

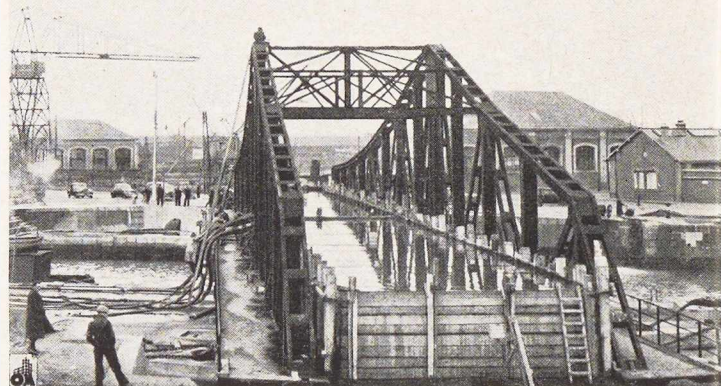


Fig. 325 Epreuves du pont, les surcharges étant réalisées au moyen d'un lest d'eau.

simple brossage et pour éviter un écrouissage inégal du métal par piquage, il fut décidé de recourir au sablage. Il aurait été évidemment désirable d'appliquer la couche de fond immédiatement après le sablage. Mais ce fut absolument impossible, les projections de grains de sable empêchant tout travail au voisinage immédiat des pièces en cours de décapage. Il fallut admettre un décalage de l'ordre de un ou deux jours entre le moment où une pièce était sablée et celui où elle pouvait être peinte. Ce court laps de temps suffisait pour qu'une légère couche de rouille prenne naissance et que le métal perde l'aspect brillant qu'il présentait aussitôt après le sablage. Cette couche de rouille fut enlevée par un brossage énergique à la brosse métallique.

Actuellement l'état des peintures est le suivant :

a) *Parties inférieures.* — Sous l'influence de la chaleur, le revêtement se ramollit et coule en draperies. Aux points où son épaisseur devient insuffisante, le métal rouille;

b) *Parties supérieures.* — Les peintures sont en parfait état. Aucune différence n'est visible entre les pièces ayant subi le traitement Parker et les autres.

Les nombreux éclats, dont certains ont traversé des épaisseurs de 20 mm d'acier Ac 54, reçus par le pont au cours des bombardements, ont mis en évidence l'élasticité de la peinture des parties supérieures, qui n'est détériorée qu'au voisinage immédiat des points d'impact. Par contre, dans les mêmes conditions le revêtement bitumineux des parties inférieures s'est détaché par larges plaques.

Epreuves du pont (poutres principales)

Les taux de travail les plus élevés dans les différents éléments des poutres principales cor-



respondant à l'utilisation du pont comme pont-rails par vent de 150 kg/m². Mais les voies ferrées aboutissant à l'ouvrage n'étaient pas exécutées au moment où il devait être mis en service. L'auraient-elles été qu'il n'était pas sûr que le pont Quinette de Rochemont eût été en état de donner passage aux locomotives du train-type. D'autre part, la disposition des lieux s'opposait à ce que le convoi d'épreuve franchisse l'ouvrage avec une vitesse appréciable. On était ainsi conduit à n'envisager que des charges statiques. Mais la réalisation de ces charges, qui atteignaient 5.230 kg par mètre courant pour chaque poutre, compte tenu des majorations pour effets dynamiques et des charges sur les trottoirs, soit ensemble 10.460 kg soulevait des difficultés pratiques. Celles-ci furent éliminées en réalisant la surcharge calculée au moyen d'un lest d'eau. Celui-ci était d'autant plus facile à réaliser que le tablier du pont constituait une dalle étanche. A cet effet, deux bacs en planches contigus furent construits, l'un sur la volée, l'autre sur la culasse, leur cloison mitoyenne se trouvait au droit de l'appui intermédiaire. L'étanchéité des parois de ces bacs et de leur jonction avec le platelage fut assurée par des bâches dont les abouts furent pris sous des solins en plâtre. Le remplissage rapide fut obtenu au moyen des pompes du bateau *Salamandre*. Les figures 316 et 325 montrent les détails de cette installation.

Le remplissage fut exécuté par tiers en commençant par le bac de volée et en terminant par le bac de culasse. Les contraintes furent relevées sur les ailes des profilés.

Les résultats obtenus suggèrent les remarques ci-après :

a) Pour les membrures inférieures il y a eu désaccord très accusé entre les contraintes moyennes maxima calculées et constatées. L'accord est meilleur pour les membrures supérieures et les diagonales. Cette discordance se justifie en raison de la participation du tablier aux déformations;

b) Les contraintes des ailes des profilés s'écartent de façon très appréciable de la contrainte moyenne. Cet écart atteint 24,8 % pour la diagonale 17. On comprend assez facilement qu'un écart important se manifeste dans les membrures supérieures, car les montants verticaux dont l'existence a été négligée dans les calculs transmettent une certaine réaction;

c) Dans l'ensemble, la proportionnalité des efforts aux charges se vérifie avec une erreur maximum qui ne dépasse pas 6,5 %. Cette vérification est très satisfaisante.

Les résultats des mesures concernant la flèche des poutres principales sont consignés dans le tableau ci-après :

	Volée chargée			Volée et culasse chargées		
	0,61	1,22	1,83	0,61	1,22	1,83
Hauteur d'eau (mètres)						
Flèches théoriques (mm)			42,7 (36,5)			38,8 (33,8)
Flèches mesurées (mm)						
{ Poutre Est	8	16	24	23	22,5	22
{ Poutre Ouest	7,6	15,2	23,3	22	21,5	20,8

Conclusions

L'ouvrage comporte un certain nombre de dispositions que l'on s'accorde généralement à éviter ou même à proscrire. Parmi celles-ci, on peut citer :

— La soudure continue des raidisseurs;

— La présence de raidisseurs dans le même plan de part et d'autres de l'âme des poutres composées;

— L'absence de dégagement des raidisseurs à la rencontre des âmes et des semelles.

Ces dispositions conduisent en effet à accumuler, dans un petit espace, des tensions de retrait ainsi que des modifications physico-chimiques du métal de base. Aussi, préconise-t-on, en ce qui concerne les raidisseurs :

— De ne mettre de cordons résistants, exécutés à forte intensité, qu'aux endroits où cela est utile (extrémités et milieu par exemple), le reste ne comportant que de simples cordons d'étanchéité;

— Soit de découper les raidisseurs, ceux-ci n'étant solidarisés à l'âme qu'aux extrémités et au milieu. Le dégagement par la découpe permet l'entretien par peinture de l'âme et du champ du raidisseur;

— De décaler les uns par rapport aux autres les raidisseurs attachés de part et d'autre de l'âme qu'ils doivent raidir.

BIBLIOGRAPHIE

Le nouveau pont tournant soudé en acier Ac 54 de l'Ecluse des Transatlantiques au port du Havre, par M. BAUDELAIRE (*Annales des Ponts et Chaussées*, nos 12 et 18, 1944).



Les travaux de la jonction Nord-Midi à Bruxelles

Avec la paix, on a pu reprendre avec activité l'exécution de la jonction ferroviaire entre les deux grandes gares principales de Bruxelles. Ces travaux d'une ampleur exceptionnelle ont déjà été décrits dans les numéros 7-8-1937 et 10-1939 de *L'Ossature Métallique*. Il nous a paru utile d'en rappeler aujourd'hui la nature et d'en situer l'état d'avancement.

Pendant la guerre de 1940-1945, l'allure des travaux fut ralentie, mais ceux-ci ne furent jamais arrêtés complètement. Même en 1942, lorsque les Allemands donnèrent l'ordre de fermer les chantiers, il y régna toujours une certaine activité clandestine; c'est ainsi que les travaux exécutés pendant cette dernière période, tant par l'Office National de la Jonction (O.N.J.) que par la Société Nationale des Chemins de Fer Belges (S.N.C.B.), ont atteint un total de 200 millions de francs.

Rappelons que l'Office National pour l'achèvement de la Jonction Nord-Midi exécute les travaux entre les nouvelles gares surélevées du Nord et du Midi, qui comprennent, en ordre principal, un tunnel de 2 km environ de longueur, prolongé au Nord et au Sud par deux viaducs de liaison aux nouvelles gares. Ces viaducs ont des longueurs respectives de 200 et 900 mètres. Le tunnel de la jonction comporte trois pertuis pour double voie de chemin de fer; un quatrième pertuis accolé

au flanc Est de l'ouvrage abrite un égout collecteur auquel se raccordent tous les égouts recoupés par le tracé du tunnel. La largeur totale minimum est de 33^m85.

Pour la construction du tunnel, on a adopté une solution originale en faisant usage d'un double rideau de palplanches foncé dans le sol et abandonné dans celui-ci et dont l'étalement métallique, précédant chaque approfondissement de la fouille, constitue la charpente des quatre pertuis du tunnel. Les palplanches, de 18 à 22 mètres de longueur, ont 7 à 9 mètres de fiche, sous le niveau inférieur du radier (fig. 326 et 327).

L'ossature métallique se compose de 5 files de colonnes réunies par des entretoises à leur sommet, à leur base et éventuellement intermédiairement lorsque les circonstances locales l'exigent.

Les travaux de relèvement des gares du Nord et Midi dépendent directement des services de la S.N.C.B., sous contrôle de l'O.N.J., qui finance les deux tiers environ des dépenses.

Rappelons que les travaux entrepris par les deux organismes furent commencés en 1936 et devaient être normalement terminés fin 1942, début 1943.

Travaux exécutés par l'O.N.J. — Le tunnel a été divisé en cinq tronçons :

a) *Premier tronçon*: longueur 365 mètres (église

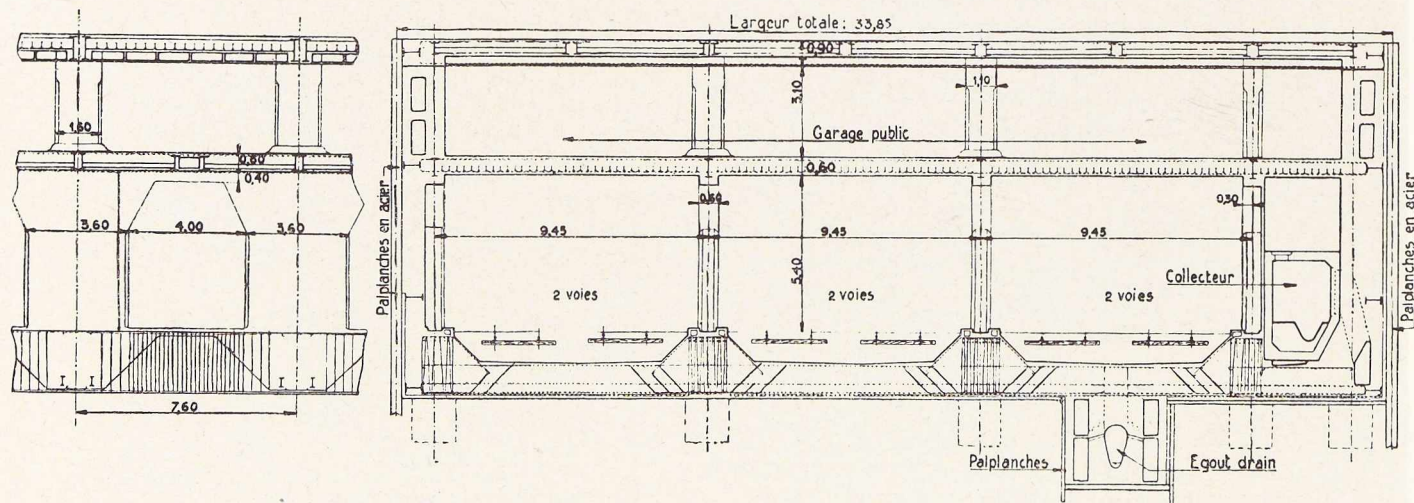
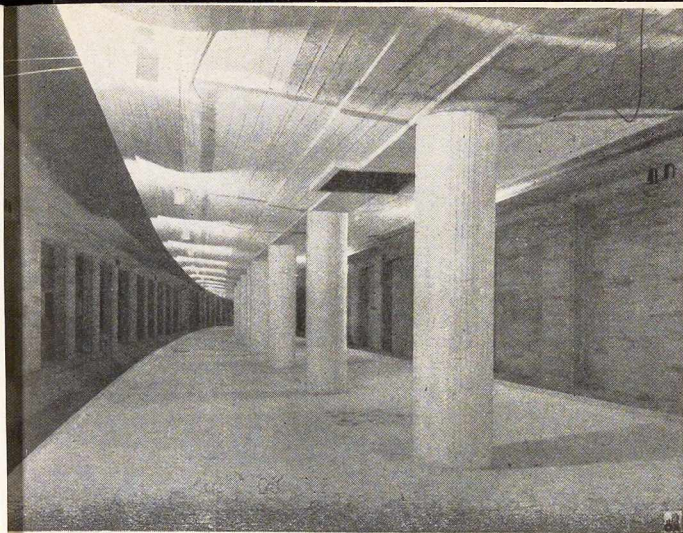


Fig. 326 et 327. Coupes longitudinale et transversale dans le tunnel de la Jonction Nord-Midi.





(Photos Sergysels.)

de la Chapelle, rue de l'Hôpital), entrepreneurs : S. A. des Entreprises Van Rymenant. Ce tronçon était terminé au 10 mai 1940;

b) *Deuxième tronçon* : longueur 450 mètres (rue de l'Hôpital, rue de Loxum), entrepreneurs : les Entreprises Ed. François et Fils, S. A.

Le tronçon était en cours d'exécution au 10 mai 1940. La pose de la charpente métallique de l'ouvrage était terminée. Il restait environ 20.000 m³ de béton à mettre en œuvre. Pendant la guerre, l'ouvrage a été complètement terminé. En 1944, les Allemands occupèrent les sous-sols de la gare centrale et firent établir sur les quais, par un entrepreneur à leur solde, une véritable ville souterraine; la protection contre les bombes était intéressante, car le tunnel comportait à cet endroit deux planchers en béton armé de 70 cm d'épaisseur et, à certains endroits, plusieurs mètres de remblai, sous voirie. Ce travail ne leur servit jamais, car il n'était pas terminé lors de la délivrance de Bruxelles par les Alliés.

c) *Troisième tronçon* : longueur 500 mètres (rue de Loxum, rue de l'Orsendael), entrepreneurs : les Entreprises Ed. François et Fils, S. A. Ce travail venait d'être mis en adjudication et, au 10 mai 1940, on venait d'entamer les travaux préparatoires : démolitions d'immeubles, terrassements, etc. Pendant la guerre, cinq sections du tunnel, soit au total 125 mètres, ont pu être exécutées. On

Fig. 328. Intérieur de la Halte centrale à Bruxelles.

procéda également au rempiètement de la façade de la Banque Nationale longeant les travaux. Ce travail important et délicat comportait la reprise en sous-œuvre du mur de façade sur 13 mètres de hauteur, qui fut réalisée par une maçonnerie de 4 mètres de hauteur fondée sur pieux Méga de 9 mètres de profondeur.

d) *Quatrième tronçon* : longueur 400 mètres (rue de l'Orsendael, boulevard du Jardin-Botanique), entrepreneurs : Entreprises Ed. François et Fils, S. A. Ces travaux viennent d'être adjugés et seront vraisemblablement entamés d'ici peu.

e) *Cinquième tronçon* : longueur 260 mètres (boulevard du Jardin-Botanique, rue Saint-Lazare), entrepreneurs : les Entreprises René Gillion. En 1941 la construction de ce tronçon fut confiée à l'entrepreneur, qui exécutait le viaduc adjacent, à des conditions très favorables. Pendant la période de guerre, on a pu construire le mur de soutènement constituant le pied-droit Est de l'ouvrage qui a été exécuté entre un rideau de palplanches en béton armé abandonné dans le sol et un rideau de palplanches métalliques de remploi.

Examinons maintenant les travaux des deux viaducs de raccord du tunnel aux gares, ainsi que ceux de la prolongation de l'égout collecteur.

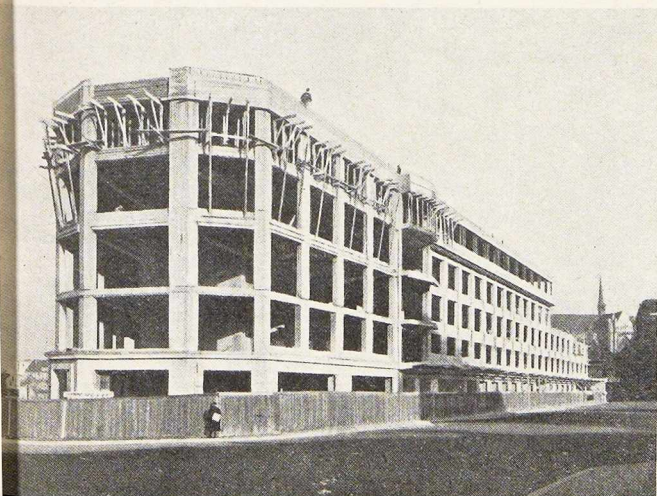
a) *Viaduc Nord (rue du Brabant, rue des Plantes)*. — Longueur 120 mètres, entrepreneur : René Gillion. Cet ouvrage, qui comporte la construction de deux grands passages inférieurs situés rue de Brabant et rue des Plantes, reliés entre eux par un viaduc dont les deux étages sont affectés à des garages d'autos, est destiné à relier la gare du Nord surélevée à la tête Nord du tunnel.

Au 10 mai 1940, les deux culées du passage inférieur de la rue des Plantes étaient terminées ainsi que les fondations du garage à double étage. La charpente métallique de celui-ci était en cours de montage.

Pendant la guerre, la construction du garage a été presque achevée ainsi que les deux culées du passage inférieur rue du Brabant.

b) *Egout collecteur (Eglise de la Chapelle, boulevard M. Lemonnier)*. — Ce collecteur est destiné à raccorder l'égout collecteur, établi le long du flanc Est du tunnel et auquel se raccordent tous les égouts recoupés par le tracé de la Jonction,

Fig. 329. Bâtiment des recettes de la Halte centrale à Bruxelles, en charpente métallique enrobée de béton.



au grand collecteur de la Senne situé boulevard M. Lemonnier. L'ouvrage à construire a une longueur de 1 km environ et passe par la rue des Tanneurs et le boulevard du Midi.

Les travaux furent entamés le 4 mars 1940 et achevés pendant la guerre à raison de 80 %. Le manque de palplanches métalliques empêcha de le terminer complètement. Il reste encore une section de 200 mètres environ de longueur à exécuter rue des Tanneurs.

c) *Viaduc Sud (rue des Brigittines, boulevard du Midi).* — Cet ouvrage a été exécuté avant 1914 et certains ponts ont été achevés pendant l'année 1936. Il reste à y exécuter certains travaux d'appropriation assez importants.

d) *Quadrilatère de la place de la Constitution, rue couverte devant la façade de la nouvelle gare.* — Il reste à exécuter à cet endroit un important ensemble de travaux qui comporte, en ordre principal, l'achèvement du pont du boulevard du Midi, les deux quadrilatères d'épanouissement des voies et les deux passages inférieurs de la rue de l'Argonne et devant la façade, à la hauteur de la rue d'Angleterre, de la nouvelle gare surélevée de Bruxelles-Midi.

La plupart des études de détail de ces ouvrages sont terminées à l'heure actuelle et une partie de ces travaux sera vraisemblablement adjugée dans le courant de 1946.

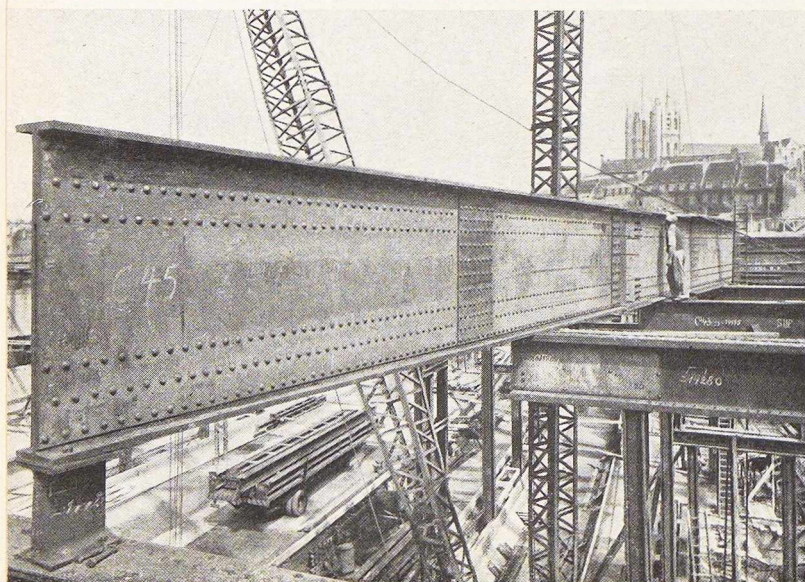
Travaux exécutés par la S.N.C.B. — La S.N.C.B. doit procéder au relèvement et à l'aménagement :

a) De la gare du Nord depuis la place Rogier jusqu'à l'entrée de la gare de Schaerbeek;

b) De la gare du Midi depuis la rue d'Angleterre jusqu'à la gare de Forest-Midi.

Les hauteurs de ces relèvements par rapport au niveau actuel de la voirie sont de 8 mètres pour Bruxelles-Nord et de 6 mètres pour Bruxelles-Midi.

Fig. 330. Vue partielle de la charpente métallique du deuxième tronçon.



Les deux gares sont reculées de 300 mètres environ par rapport aux bâtiments actuels, de façon à pouvoir placer les appareils de voie nécessaires pour passer des 6 voies du tunnel aux 12 et aux 16 voies des gares du Nord et du Midi.

Pour donner une idée de l'importance des travaux de la jonction Nord-Midi, voici quelques données au sujet des matériaux nécessaires à l'exécution du tunnel :

Fouilles	: 1.000.000 m ³
Palplanches métalliques . .	20.000 tonnes
Aciers ronds	50.000 —
Poutrelles métalliques . . .	70.000 —
Ciment	135.000 —
Gravier	630.000 —
Sable	270.000 —
Béton	500.000 m ³

Sur les 2 km de tunnel, 1.100 mètres environ sont complètement terminés, les 900 mètres restants étant d'ailleurs adjugés; le viaduc Nord, à part le platelage métallique en poutrelles Grey de la rue de Brabant, peut être considéré comme achevé. Il en est de même du viaduc Sud, avec les restrictions citées plus haut.

Par ailleurs, les travaux sont activement poussés actuellement dans le Jardin Botanique et le gros œuvre du bâtiment des Recettes de la Halte Centrale est arrivé à sa hauteur définitive dans sa partie Sud.

Dès que l'O.N.J. pourra disposer d'un lot de palplanches, on pourra entamer le détournement du boulevard Botanique et la continuation du tronçon Banque Nationale en direction de la rue de Loxum. Il est vraisemblable que ces travaux pourront être entamés d'ici peu.

Au début de 1939, le rythme d'avancement des travaux permettait de prévoir la fin de tous les travaux pour le début de 1943. Si, comme on a tout lieu de le croire, la situation des matériaux de construction s'améliore sérieusement en 1946, on peut estimer qu'il sera possible de voir rouler les premiers trains sur les voies ferrées de la Jonction des gares du Nord et du Midi dans le courant de l'année 1949.

Entreprise grandiose, la jonction Nord-Midi a posé de nombreux problèmes techniques très délicats. Tous ces problèmes ont été résolus d'une façon satisfaisante grâce à la parfaite collaboration entre les entrepreneurs et l'Office National de la Jonction Nord-Midi, sous l'active direction de MM. E. Franchimont, Directeur général et F. de le Court, Ingénieur en chef.

La construction mixte fer-béton dans les ouvrages d'art

par J. Ridet,

Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Chef du Service de la Voie et des Bâtiments de la région Est
à la Société Nationale des Chemins de fer Français (S. N. C. F.).

Historique

La couverture des ponts-rails et ponts-routes métalliques fut exécutée jusqu'aux environs de 1910 avec des tôles embouties plates ou courbes, des fers Zorès, des voûtains en briques prenant appui sur les longerons ou entretoises.

Ses inconvénients étaient nombreux et peuvent se résumer ainsi :

PONTS-RAILS

1° Difficultés d'entretien des pièces de pont par suite de la présence des traverses et des longrines.

2° Dislocation des assemblages dans les ouvrages de portée inférieure à 20 mètres, par suite de l'importance du coefficient d'impact qui atteint 1,8 à 2 pour les éléments du tablier (longerons et entretoises).

3° Difficulté de remplacement des longrines et des cornières d'attache qui ne peut se faire qu'avec interdiction de circulation.

4° Discontinuité dans l'assiette de la voie, le passage d'une voie sur ballast à une voie sur tablier métallique causant toujours une réaction au matériel roulant.

5° Difficulté d'étanchéité, entraînant parfois la nécessité d'installer un parapluie sous les ponts, dans les villes, pour éviter la chute d'eau sale sur les trottoirs.

6° Grande sonorité de l'ouvrage au passage des trains.

PONTS-ROUTES

1° Difficultés d'entretien de la couverture supportant le revêtement de la chaussée et des pièces de pont, par suite de la présence de la chaussée.

2° Dislocation des voûtains en briques sous l'action des variations de température, par suite de la différence de dilatation du fer et de la maçonnerie.

Les chemins de fer commencèrent à construire, à partir de 1910, des ponts à poutrelles enro-

bées dans lesquels le béton était supposé jouer uniquement un rôle de remplissage.

L'exécution en est facile, car elle ne nécessite ni échafaudage, ni ralentissement ou suppression de trains sur la voie que l'ouvrage franchit.

Ce type d'ouvrage ne permettait toutefois pas de dépasser la portée de 21 mètres pour les ponts-rails et de 25 mètres pour les ponts-routes, en raison du poids mort du béton de remplissage.

Pour alléger le poids du béton de remplissage, on songea, vers 1920, à le remplacer par une dalle mince en béton armé; c'est ainsi que furent reconstruits les quatre ponts sur la Meuse de Donchery, Mézières, Monthermé et LaifEUR. Ces ponts sont tous du même type. Ils comportent deux à cinq travées solidaires continues, de portée variant de 30 à 35 mètres et sont constitués de trois poutres métalliques, à âme pleine de hauteur constante de 2^m40 pour un tablier à une voie et une dalle en béton armé de 0^m25 d'épaisseur, reposant sur la membrure supérieure des poutres auxquelles elle est liée par les ancrages rivés au droit des entretoises tous les 3^m20 environ, complétant la liaison par enrobage des têtes de rivets. Ces ancrages étaient constitués par des plats coudés de 180 × 70 × 7 mm. Détruits en 1940, ces quatre ponts ont été reconstruits suivant le même type avec, toutefois, des ancrages plus nombreux (1,3 par mètre courant) constitués par des plats coudés de 280 × 80 × 10 mm.

Le seul reproche fait, en 1920, à ces ponts à dalle, était de demander un sacrifice financier supplémentaire de 10 % par rapport au pont entièrement métallique du type courant. Cela tenait à ce que la dalle en béton armé était considérée comme une simple dalle de répartition.

Mais les avantages des ponts métalliques avec dalle en béton armé étaient si importants et si nombreux que, dans les années qui suivirent, ce type de pont continua à se développer. C'est ainsi qu'une trentaine d'ouvrages de ce type furent construits par les anciens réseaux et treize par la S. N. C. F. depuis sa constitution.



A ces constructions neuves s'ajoutent vingt-deux renforcements d'ouvrages de résistance insuffisante pour le passage de machines lourdes (fig. 231).

Parmi les ponts à dalle récemment construits, on peut citer notamment les ouvrages suivants :

Pont de Sury-le-Comtal (Loire)

Cet ouvrage, construit en 1925, comprend une travée de 27^m50 de portée pour voie unique, constituée de quatre poutres à âme pleine, ayant une hauteur constante de 1^m40; une dalle de béton armé de 0^m32 d'épaisseur enrobe la membrure supérieure des poutres, la liaison étant réalisée par onze barres de 10 mm par mètre courant de poutre. La membrure supérieure des poutres est constituée de quatre semelles de 11 mm.

Cet ouvrage présente deux particularités intéressantes :

Les charges sont bien centrées puisqu'il y a deux consoles symétriques;

Il a été tenu compte de la résistance de la dalle à la compression, ce qui a permis de supprimer deux semelles en acier à la partie supérieure des poutres métalliques.

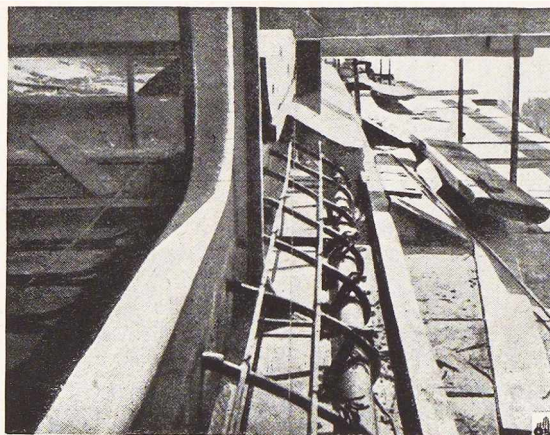


Fig. 331. Viaduc de La Voulte.
Liaison de la dalle d'intrados.

Viaduc de la Quarantaine

Ce viaduc est remarquable par sa largeur qui dépasse 21 mètres. Sa situation aux abords de Lyon fait qu'il doit supporter des aiguillages; la dalle en béton permet de le faire facilement.

L'ouvrage comporte trois travées continues de 32 mètres, 61 mètres et 32 mètres de portée, constituées de sept poutres métalliques en treillis, de

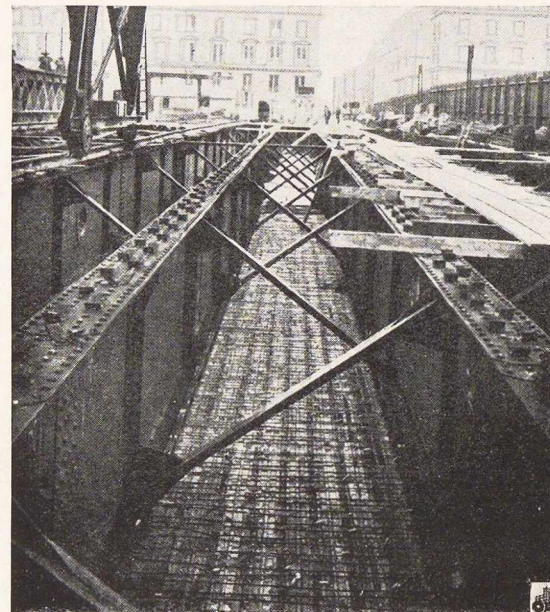


Fig. 332. Pont de l'Europe à Paris.
Vue prise en cours de construction.

hauteur variable, ainsi qu'une dalle en béton armé de 0^m22 d'épaisseur enrobant la membrure supérieure, la liaison étant réalisée par des barres de 14 mm, espacées de 12 cm.

Pont de l'Europe

Ce pont-route, bien connu des Parisiens, comporte des poutres métalliques à trois travées continues, de hauteur constante de 2^m10, espacées de 2^m85 avec dalle en béton armé de 0^m20 d'épaisseur, reposant sur les membrures supérieures. La figure 332 montre les ancrages en fers plats soudés de 90 × 10 mm fixés par les rivets (quatre ancrages par mètre linéaire de poutre) qui solidarissent la dalle et les poutres.

Viaduc de l'Ardèche

Remarquable par sa longueur de 300 mètres le viaduc de l'Ardèche se compose de 5 travées continues : une de 53 mètres, trois de 61 mètres et une de 53 mètres. Le système portant est constitué par quatre poutres métalliques en treillis multiples de hauteur constante de 4 mètres; une dalle continue en béton armé, de 0^m32 d'épaisseur, enrobe la membrure supérieure. La liaison entre la dalle et la poutre est réalisée par cinq barres de 16 mm par mètre courant de poutre passant par des trous dans l'âme des poutres.



Pont de Courbevoie

Ce pont a été construit en 1934; d'une longueur de 22 mètres il se compose de tabliers indépendants. Chaque tablier est porté par cinq poutres métalliques à âme pleine de hauteur constante et une dalle en béton armé de 0^m18 d'épaisseur reposant sur les poutres, la liaison étant réalisée par ancrages (1,6 par mètre de poutre) constitués par des plats coudés de 180 × 100 mm pris dans les rivets.

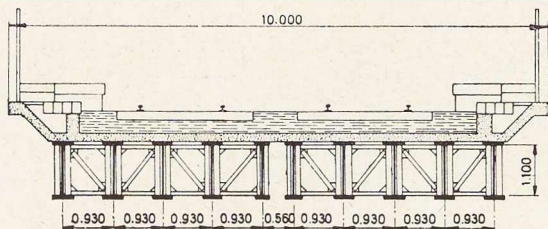


Fig. 333. Pont de Courbevoie (Seine).
Coupe transversale.

Construit sur échafaudage, ce pont dut être mis en place dans un délai extrêmement court, étant donné les nécessités de l'exploitation du chemin de fer dans la région parisienne. Malgré son poids, chaque tablier construit sur un échafaudage latéral, fut ripé sans incident (fig. 333).

Pont Vauban à Strasbourg (1934)

Le pont Vauban est une travée biaise de 22 mètres de portée, composée de deux tabliers indépendants chacun pour une voie, constitués par deux poutres métalliques à âme pleine de hauteur constante de 1^m92; une dalle en béton de 0^m26 d'épaisseur moyenne enrobe la membrure supérieure des poutres, la liaison étant assurée par des barres de 12 et 18 mm traversant l'âme de la poutre.

Pont sur le Petit Rhin (1934)

Pont-rails sous deux voies de 21 mètres de portée constitué par sept poutres métalliques à âme pleine de hauteur constante 1^m10 et une dalle en béton armé de 0^m26 d'épaisseur moyenne enrobant la membrure supérieure des poutres, la liaison étant assurée par des barres de 18 mm traversant l'âme des poutres (fig. 334).

Pont-route de Thionville (1932)

Cet ouvrage se compose de cinq travées continues de 30 mètres de portée moyenne, la largeur entre garde-corps étant de 16 mètres environ,

(1) Voir la description de ce pont dans *L'Ossature Métallique*, no 9, 1939.

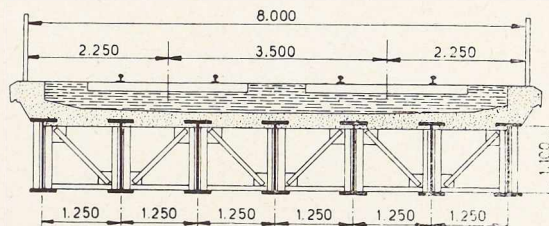


Fig. 334. Pont du Petit Rhin.
Coupe transversale.

constitué par six poutres métalliques à âme pleine de hauteur variable de 1^m06 à 1^m66 en acier Ac54 et une dalle en béton armé de 18 cm d'épaisseur enrobant la membrure supérieure, la liaison étant assurée par des barres de 13 mm traversant l'âme des poutres. Une description détaillée de ce pont a été donnée dans le numéro 9-10/1945 de *L'Ossature Métallique*. La membrure supérieure des poutres est constituée par quatre semelles de 14 mm d'épaisseur, la membrure inférieure par six semelles de 14 mm.

Pont de Joncherolles (1)

Ce remarquable ouvrage, entièrement soudé, a été construit en 1938. Il est constitué par une travée pour une seule voie de 40 mètres de portée. Les deux poutres latérales en treillis de 3^m80 de hauteur ont été réalisées en acier Ac54 soudable. La couverture se compose d'une dalle en béton armé de 0^m15 d'épaisseur enrobant l'ossature formée par les longerons et les entretoises (fig. 335 et 336).

Pont de Joinville-le-Pont

Construit en 1941, cet ouvrage a une portée de 33 mètres; deux voies en courbe de 800 mètres de rayon reposent sur deux tabliers indépendants, constitués par quatre poutres à âme pleine de 1^m32 de hauteur en acier Ac42. Les poutres sont réunies entre elles par une dalle en béton armé de 0^m28 d'épaisseur. La liaison est assurée par des ancrages (six par mètre de poutre) constitués par des plats coudés de 90 × 10 mm pris dans les rivets.

Expériences et essais

Désirant réduire le coût de ses ouvrages d'art, la S. N. C. F. a cherché à savoir si une économie

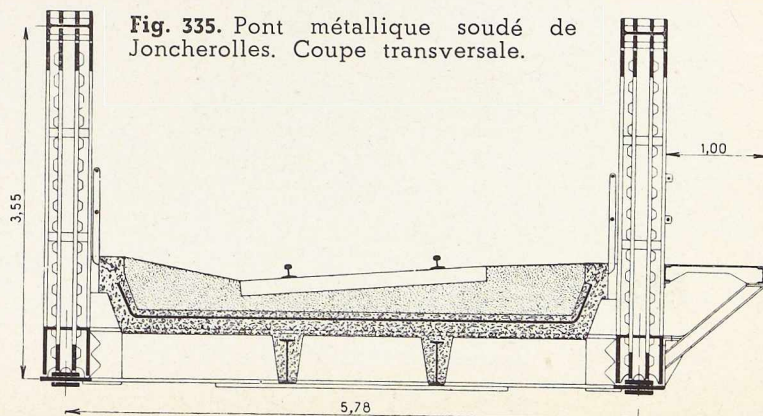


Fig. 335. Pont métallique soudé de
Joncherolles. Coupe transversale.

supplémentaire ne pouvait pas être faite en faisant entrer le béton armé en ligne de compte dans le calcul des ouvrages mixtes. Ces renseignements ne pouvaient être fournis que par l'expérience. Deux séries d'expériences et d'essais furent entreprises à partir de 1939 :

a) Au laboratoire sur les éléments de tabliers, vraie grandeur, dans le but de déterminer leur comportement dans le domaine élastique, leur coefficient de sécurité à la rupture, ainsi que le mode de liaison le plus efficace entre le béton et les poutrelles;

b) Sur les ouvrages en service.

Expériences de laboratoire

Des expériences ont été effectuées au Laboratoire de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, rue Brancion à Paris en juin et septembre 1939 sur huit éléments de tablier de 7^m70 de portée, 1^m45 de largeur, 0^m542 de hauteur, constitués par deux poutrelles à larges ailes, le béton étant utilisé, soit comme enrobage sur tout ou partie de la hauteur de la poutre, soit sous forme de dalle en béton armé reposant sur la membrure supérieure.

Mesurées sur une éprouvette de traction prélevée dans l'aile d'une poutrelle, les caractéristiques de l'acier des poutrelles étaient les suivantes : rupture 37,5 kg/mm²; limite élastique 23 kg/mm²; allongement 33 %.

CARACTÉRISTIQUES DES DIVERS TABLIERS

Tablier A : Ce tablier est constitué par deux poutrelles Hn 38 entièrement enrobées, l'aile inférieure étant renforcée au milieu de la portée par cinq billettes de 40 × 40 de longueur variable (deux de 5^m40, deux de 4^m50, et une de 3^m50).

Tablier B : Tablier analogue au tablier A, le

renforcement de l'aile inférieure étant obtenu par une semelle soudée de 350 × 12 de 4^m80 de longueur. La figure 339 prise après rupture et dégagement des poutrelles au marteau pneumatique permet de constater le parfait remplissage du béton sous l'aile des poutrelles.

Tabliers C et D : tabliers allégés par rapport aux tabliers A et B. Le béton situé dans la zone tendue ayant été évidé.

Tablier E : Tablier constitué de deux poutrelles Hn 38, renforcées par soudure d'une semelle de 350 × 12 de 4^m80 de longueur au milieu de la portée, supportant une dalle en béton de 15 cm d'épaisseur simplement posée, sans liaison, sur les poutrelles.

Tabliers F et G : Tabliers analogues au tablier E, mais avec liaison aux poutrelles par des ancrages, deux par deux dans le type F et en quinconce dans le type G.

Tablier H : Tablier semblable aux précédents, l'ancrage étant toutefois réalisé par des spires soudées à la poutrelle en fer rond de 14 mm de diamètre avec pas de 20 cm et d'un diamètre de 13 cm; au voisinage des appuis le nombre des spires est doublé sur une longueur de 2 mètres. La figure 337 indique schématiquement les divers tabliers.

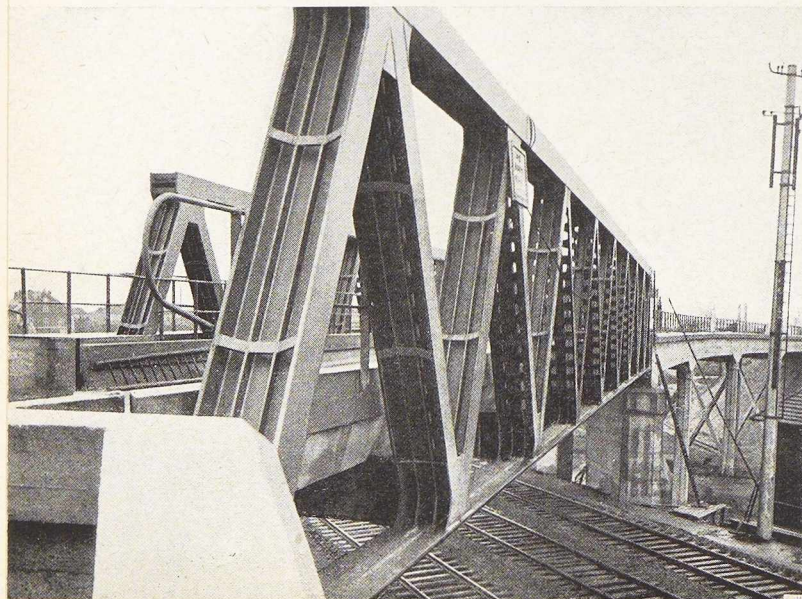
ESSAIS DE FLEXION DES TABLIERS

Les tabliers furent soumis à des essais de flexion réalisés à l'aide de la presse de 2.000 tonnes du laboratoire. Les poutres prenaient appui de part et d'autre de la presse à une extrémité sur un fer carré de 12 cm de côté et à l'autre sur un rond de 12 cm de diamètre pour imiter l'appui fixe et l'appui mobile des ouvrages, la distance entre axes des appuis étant de 7^m70.

La flexion de la poutre était obtenue par quatre vérins hydrauliques de 100 tonnes de puissance maximum mis en parallèle et disposés vers le milieu des tabliers à un mètre de distance les uns des autres (fig. 338). Les pressions des vérins étaient transmises aux poutres par l'intermédiaire de poitrails en béton armé de longueur égale à la largeur du tablier essayé, soit 1^m45, de manière à répartir la charge sur toute la largeur de ce tablier.

Les lectures au manomètre ont seulement été commencées à partir de 10 tonnes de charge par vérin. Les déformations unitaires du béton, ainsi que celles de l'acier étaient mesurées au moyen d'extensomètres Coyne. Des cordes vibrantes de 0^m20 de longueur en acier spécial, type corde à piano de 6/10 de diamètre, avaient, à cet effet, été serrées dans les mordaches scellées au béton lors du coulage des poutres ou soudées sur les ailes des

Fig. 336. Vue générale du pont-rails de Joncherolles. On note la constitution des membrures et du treillis.



Type	Premières fissures dans la partie étirée sous une charge de tonnes	Première flèche résiduelle permanente sous une charge de tonnes	Flèche au moment de la rupture cm	Rupture de la partie comprimée par écrasement, gonflement et soulèvement		Moment maximum admissible	Remarques
				sous une charge de tonnes	sous un moment max. (y compris celui dû au poids mort) tonnes		
A	30	35	15	45	274	64	Tablier C : Sous une charge de 30 tonnes, la liaison avec les billettes n'est plus assurée et la résistance se réduit aux deux poutrelles et au béton comprimé.
B	30	35	15	45	274	64	
C	22	—	—	34	209	—	
D	—	35	13	44	263	57	Tablier E : Glissement relatif de la poutre en béton par rapport aux deux poutrelles
E	30	20	17	37	224	—	
F	30	32	15	37	224	68	Tabliers F & G : Glissement à partir de 30 tonnes avec soulèvement du béton.
G	26	25	16	32	205	68	
H	—	34	15	44	257	51	

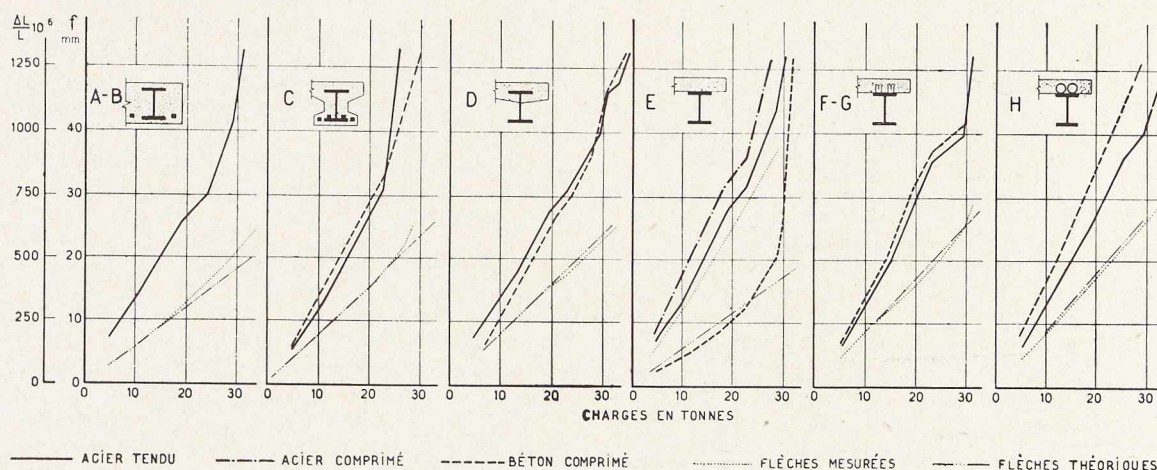


Fig. 337. Relevé des mesures faites sur les tabliers d'essai.

poutrelles. Les flèches furent enregistrées au milieu de la portée par des appareils Richard.

Les contraintes de l'acier des poutres ont été obtenues en multipliant les déformations ainsi déterminées (raccourcissements ou allongements rapportés en μ par mètre) par le coefficient d'élasticité $2,05 \times 10^4$ kg/mm² qui avait été mesuré sur une éprouvette cylindrique de 13,8 mm de diamètre.

Les contraintes du béton ont été obtenues en multipliant les déformations mesurées, par un coefficient variable suivant les cas de $2,05$ à $4,1 \times 10^5$ kg/cm².

Type	Premières fissures	Fissures ultérieures
A	fissures verticales à 110 tonnes	150 tonnes
B	fissures verticales à 130 tonnes	150 tonnes
C	fissures à 45° à 27 tonnes	148 tonnes
D	essai arrêté à 200 tonnes sans fissure	
F		
G		
H		

Les déformations unitaires (en μ par mètre) et les flèches (en mm) sont données par les graphiques de la figure 337, les mesures ayant été effectuées à l'aide de quatre vérins sous des charges croissantes de 10, 15, 20 tonnes chacun, après retour au zéro entre chaque charge. Le tableau p. 217 donne le comportement des divers tabliers d'essais.

Efforts tranchants

Les sept tabliers A, B, C, D, F, G et H ont été soumis à des efforts tranchants de l'ordre de 180 tonnes. Les essais eurent lieu à l'aide de deux vérins de 100 tonnes de puissance maximum, placés côte à côte, agissant sur un poitrail formé par un fer I à 0^m75 de l'un des appuis des tabliers, ce qui permettait d'obtenir des efforts tranchants totaux de 180 tonnes, soit le double de ceux obtenus durant les essais de flexion.

Le tableau p. 217 résume les résultats obtenus, les essais ayant été arrêtés sous une charge totale de 200 tonnes, sans rupture.

Essais sur les ouvrages en service

Des essais ont été effectués au cours des années 1939-1944 sur différents ouvrages de la S. N. C. F. avec tabliers analogues aux types A, B, D, F des tabliers d'essais.

Pont de Pouxoux

Le pont de Pouxoux est constitué par deux tabliers indépendants, de types différents, de 14 mètres de portée, les poutrelles étant complètement enrobées.

Dans le tablier lourd (N), il y a neuf poutrelles, dans le tablier allégé (A) six seulement, ce dernier ayant été renforcé par dix-huit billettes de 50×50 mm de longueurs variables.

Les flèches ont été mesurées au milieu de la portée de chacune des poutrelles des tabliers sous la charge d'une locomotive tender type 141 TB pesant 88.940 kg. Elles variaient dans le tablier A de 3,2 mm à 4,2 mm à onze jours et de 2,3 à 2,8 mm à 5 ans. Cette différence de flèches des poutrelles tient à l'augmentation de raideur des poutres de rive due à la console un peu massive qui leur est accolée. Les flèches dans le second tablier N variaient de 3 à 3,8 mm à onze jours, soit 10 % de moins que celles du tablier A.

Les déformations unitaires, mesurées avec des témoins sonores noyés dans le béton et des cordes sonores soudées sous les ailes des poutrelles, ont fait ressortir à cinq ans dans le tablier A, une augmentation de la contrainte sous la surcharge mobile de 0,8 kg/mm² pour la partie tendue des poutrelles, de 16 kg/cm² pour le béton tendu et

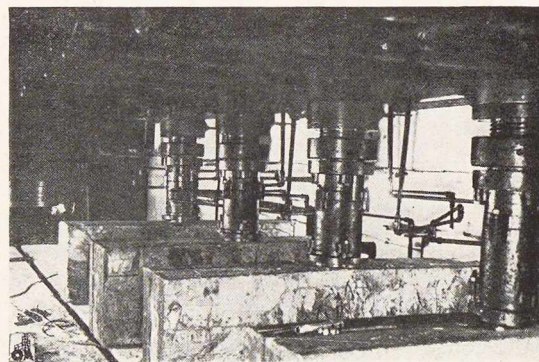


Fig. 338. Essai d'un tablier en poutrelles enrobées.

de 22 kg/cm² pour le béton comprimé. La comparaison des contraintes mesurées et des contraintes calculées fait apparaître une bonne concordance.

Pont de la Veuve

Le pont de la Veuve est également constitué par deux tabliers indépendants de types différents, un pour chaque voie, de 12 mètres de portée. Le tablier type A s'est montré un peu moins rigide que le tablier du type normal, la flèche étant de 10 % plus élevée.

Les contraintes mesurées à onze jours, sont de 10 % plus faibles que les contraintes calculées avec $m = 10$. A cinq ans elles semblent coïncider avec les contraintes calculées.

Pont Vauban & Pont du Petit Rhin

Les flèches de ces deux ouvrages ont été mesurées sous la surcharge de locomotives 150 E, une au pont Vauban et deux au pont du Petit Rhin (fig. 334). Les flèches mesurées ont été respectivement de 6,2 mm et de 8,9 mm alors que les flèches calculées étaient de 7,8 mm et de 12 mm.

Pont de Courbevoie

Les essais sur cet ouvrage (fig. 333) ont été exécutés cinq ans après bétonnage. Les flèches mesurées sous la surcharge d'une locomotive 231 B avec essieux de 19,3 tonnes pour chacune des cinq poutres variaient de 2,5 mm à 9,5 mm. La résistance plus grande de la poutre de rive est due à la console massive qui lui est accolée. Ce pont s'est révélé aux essais plus rigide que le calcul ne le faisait prévoir.

Pont de Sury-le-Comtal

Les flèches ont été mesurées sous la charge d'une locomotive, pesant avec son tender 154 t.





Fig. 339. Tablier en poutrelles enrobées. Vue prise après démolition du béton d'enrobage.

La particularité de ces essais est d'avoir été effectués dix-neuf ans après la construction du tablier qui avait été calculé, comme nous l'avons dit précédemment, en prenant en compte le béton armé de la dalle.

Les flèches mesurées sont les mêmes pour les quatre poutres parce que le tablier est symétrique, une console étant accolée à chaque poutre de rive présente une console massive qui modifie son flèches calculées puisqu'elles atteignent 11,2 mm au lieu de 11,4 mm calculées.

Les déformations unitaires de l'acier tendu ont été mesurées à l'aide de cordes sonores. Les contraintes déduites de ces mesures ($3,5 \text{ kg/mm}^2$) sont inférieures de 15 % aux contraintes calculées.

Pont de Joinville-le-Pont

Les essais ont été effectués trois ans après la construction de l'ouvrage, sous la surcharge d'une locomotive 230 K et de son tender pesant au total 141 tonnes.

Conclusions

Il ne s'agit pas de restreindre le champ d'application des ponts en acier ou en béton armé. Ces

ponts ont fait leurs preuves. Mais l'expérience déjà acquise et les essais faits par la S. N. C. F. montrent qu'il est possible de construire comme ouvrages mixtes, acier-béton, des ponts-rails composés de poutres métalliques avec dalle en béton armé, pour des travées indépendantes pouvant atteindre une portée de 50 mètres, moyennant certaines précautions. Les ponts de cette portée sont d'ailleurs les plus nombreux parmi tous ceux d'un réseau de chemin de fer.

Les précautions consistent essentiellement à assurer une liaison efficace entre les poutres métalliques et le béton. Il serait en effet à craindre, si l'on comptait uniquement sur l'adhérence, que les poutres métalliques et le béton travaillent indépendamment l'un de l'autre. Il faut donc ajouter des organes de liaison efficaces (papillon-ancrage-crochets). Il faut de plus, évidemment, que la dalle en béton armé assure une bonne répartition des charges sur les différentes poutres. Elle doit donc être conçue pour assurer une sorte d'entretoisement suffisant.

Si l'ouvrage mixte en acier et dalle en béton armé est bien conçu et bien exécuté, l'expérience montre qu'on peut pour le calculer, l'assimiler à un ouvrage en béton armé, notamment en ce qui concerne la position de la fibre neutre et les contraintes du béton comprimé et de l'acier tendu des poutrelles. Cet ouvrage mixte est très rigide et fléchit peu sous les surcharges mobiles.

Les ponts mixtes, composés de poutres métalliques avec dalle en béton armé, présentent les avantages suivants :

a) *Economie de prix.* — Cette économie provient non seulement de la suppression des semelles comprimées des poutrelles métalliques, mais aussi de la diminution des frais de chantier due à la rapidité de la construction et à la diminution du rivetage au chantier, toujours très onéreux;

b) *Diminution des sujétions d'exploitation* du chemin de fer ou de la route due à la rapidité d'exécution et à l'absence d'échafaudage;

c) *Economie et facilité d'entretien;*

d) *Possibilité d'établir des voies en courbe* et des aiguillages, de modifier le tracé ultérieurement, avantage dû à ce que la voie est sur ballast;

e) *Bonne tenue de l'ouvrage* due à l'augmentation du poids mort par rapport aux surcharges mobiles.

La dalle en béton armé, à condition qu'elle soit bien liée aux poutres métalliques peut être utilisée pour le renforcement des ponts qui, après essais, auront été reconnus insuffisants pour le passage des locomotives avec essieux de 25 tonnes au lieu de 14 tonnes du Règlement de 1891 et 20 tonnes du Règlement de 1927.

J. R.

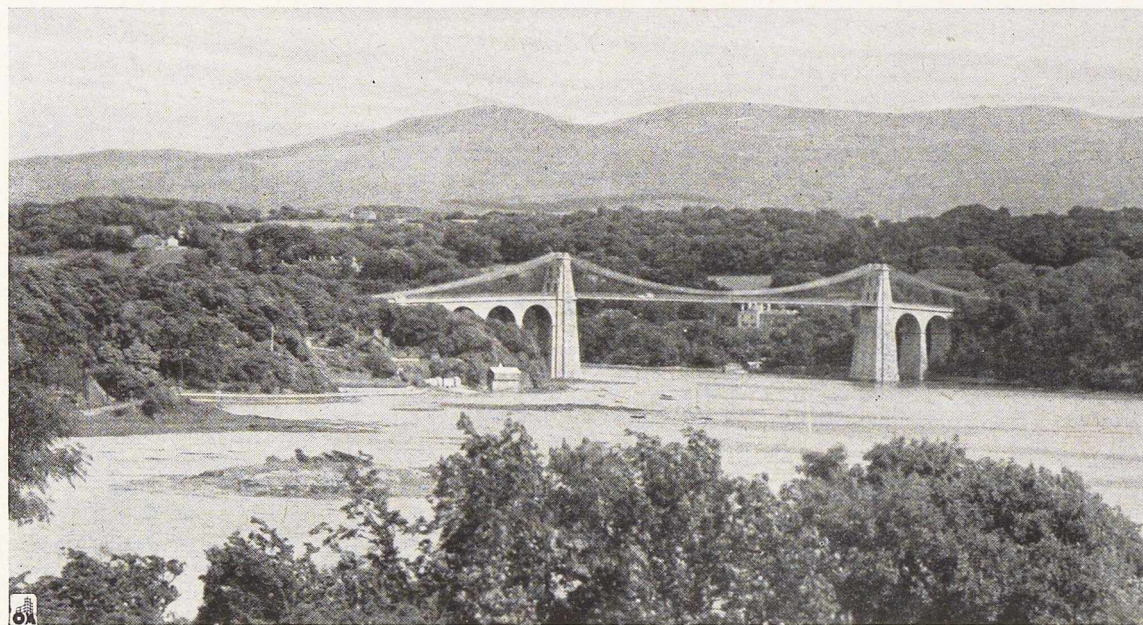


Fig. 340. Vue générale du pont reconstruit de Menai.

(Photo W. F. Taylor.)

La reconstruction du pont suspendu de Menai (Grande-Bretagne)

On a achevé pendant la guerre la reconstruction du vieux pont suspendu de Menai, reliant le Pays de Galles à l'île d'Anglesey. Ce pont, œuvre maîtresse du grand constructeur Telford, fut construit en 1826. La travée principale, du pont de Menai, qui était en service depuis 111 ans, mesurait 177 mètres. Les travaux confiés à la firme Dorman, Long & Co Ltd, comportèrent le remplacement des câbles et du tablier, les pylônes en maçonnerie ayant été maintenus en place.

Le coût de la reconstruction a dépassé £ 228.000, soit environ 40 millions de francs belges au cours actuel du change.

Dans l'ancien ouvrage les quatre groupes de chaînes portant la construction existante sont répartis de la façon suivante : deux au milieu et un de chaque côté du pont. Les suspentes divisent le tablier en trois parties : deux voies carrossables de 2^m30 de largeur chacune et un passage central pour piétons; dans le pont reconstruit, les chaînes de suspension se trouvant au centre ont été sup-

primées; le tablier livre passage actuellement à une chaussée de 7 m, flanquée de chaque côté d'un trottoir pour piétons de 1^m50 de largeur. En vue de séparer complètement le trafic routier de la circulation des piétons, les trottoirs contournent les pylônes au droit de ceux-ci. Le nouveau pont est porté par deux groupes de deux chaînes chacun. Ces chaînes sont en acier à haute résistance. L'ancien ouvrage manquait de rigidité longitudinale; en conséquence, le nouveau projet comporte des poutres de rigidité, du type en treillis, situées de part et d'autre de l'ouvrage. Les travaux commencés en 1938 ont été terminés en 1941. Tous les calculs et plans relatifs à la reconstruction du pont de Menai ont été l'œuvre des ingénieurs-conseils Sir Alexander Gibb & Partners.

BIBLIOGRAPHIE

« La reconstruction du pont de Menai », par G. Anson Maunsell (*Journal of the Institution of Civil Engineers*, janvier 1946).



Les nouveaux ateliers de la Cargo Fleet Iron Company Limited en Angleterre

Dans le but d'étendre l'activité de sa division « Ateliers de construction » la Cargo Fleet Iron Company Ltd. a décidé de construire de nouveaux halls d'usine destinés à la production de gabarits de montage.

La construction d'un atelier de gabarits est régie par plusieurs facteurs :

- 1° Une grande surface libre de plancher;
- 2° Hauteur suffisante;
- 3° Facilité pour le stockage des gabarits;
- 4° Maximum de lumière diurne.

On a estimé que l'espace minimum nécessaire, en vue de sauvegarder les possibilités d'agrandissement futur, devait être de $28^m90 \times 54^m90$. Après avoir considéré le problème avec tout le soin requis il fut décidé qu'un bâtiment à charpente métallique, du type à portique, constituerait la meilleure solution tant du point de vue économique, que du point de vue esthétique.

Ce type d'ossature ayant été adopté, le mode d'assemblage par soudure était tout indiqué. Le bâtiment mesure $60^m60 \times 33^m50 \times 4^m25$. Cette disposition donne un espace libre d'environ 2.000 m^2 , sans aucun support intermédiaire. Une des extrémités du bâtiment était choisie pour les bureaux d'administration et de comptabilité ainsi que comme locaux destinés aux surveillants.

Portiques principaux

La charpente métallique se compose de 15 portiques, espacés de 3^m80 d'axe en axe, chaque portique pesant environ 6 tonnes. Les portiques dont la portée est de 33^m50 , ont été calculés comme arcs à deux articulations. Tous les assemblages ont été réalisés par soudure. Les éléments constitutifs des portiques sont des poutrelles de $560 \times$

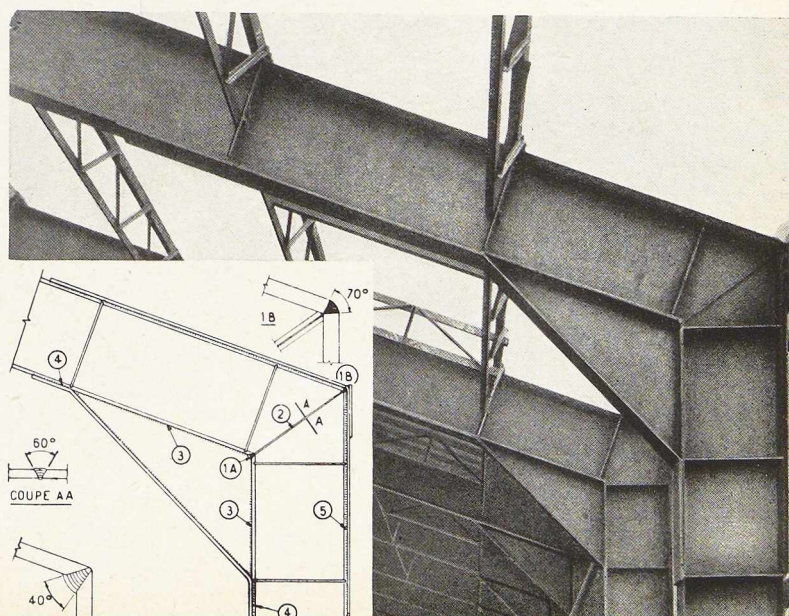
178 mm pesant 110 kg par mètre courant. Aux angles, les portiques sont renforcés par des plats de 20 cm de largeur, dont l'épaisseur atteint 12 mm .

Une vue générale des portiques est donnée à la figure 343; quant aux détails des nœuds on les trouve aux figures 341 et 342.

Pannes et toiture

Les pannes, réalisées également en construction soudée, sont du type en treillis. Elles sont constituées de cornières $62 \times 62 \times 8 \text{ mm}$, espacées de 30 cm d'axe en axe. Les pannes portant une toiture composée de voliges de 2 cm d'épaisseur recouverte de feutre asphaltique « Pulvex » et des tuiles en amiante. Etant donné la nature du travail qu'on exécute dans les ateliers, les surfaces vitrées ont été portées au maximum.

Fig. 341. Détail d'un nœud rigide à la jonction des traverses et béquilles. Les chiffres 1, 2, 3, 4 et 5 indiquent l'ordre de succession des soudures.



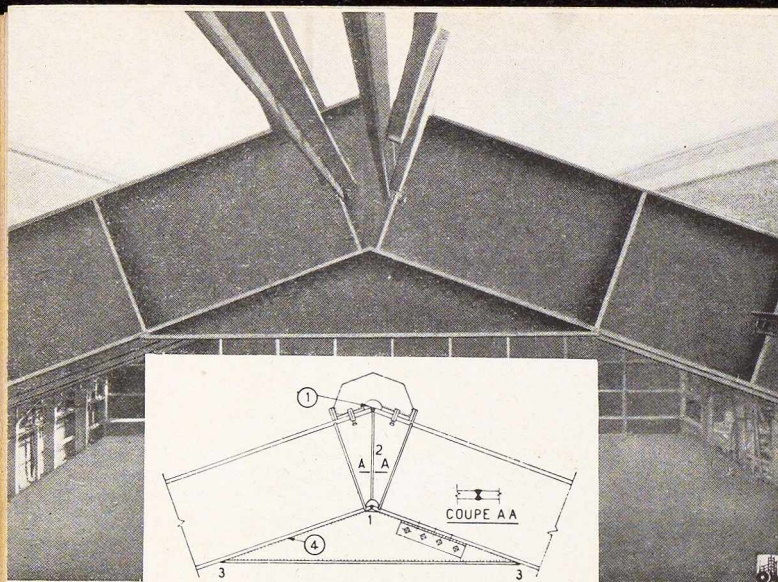


Fig. 342. Détail du nœud rigide au sommet d'une ferme. Les chiffres 1, 2, 3 et 4 indiquent l'ordre de succession des soudures.

Soudure

La plupart des soudures ont été réalisées dans les ateliers adjacents, le restant ayant été fait sur place. On a utilisé les électrodes Murex, types « Ironex » et « Overhead ».

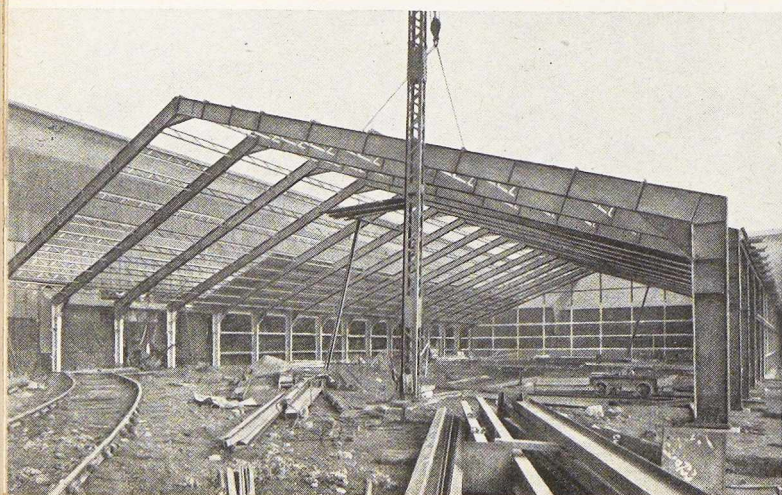
Plancher de travail

Le plancher de montage des gabarits est surélevé de 90 cm environ par rapport au niveau général; il est en planches 5/4 portées par des gîtes 18×7 cm espacées de 37 cm d'axe en axe. Le plancher surélevé prend appui sur des murets en briques de 22 cm d'épaisseur. Cette disposition assure la ventilation du plancher.

Eclairage

L'éclairage est évidemment un des facteurs les plus importants pour un atelier de gabarits bien équipé. Le système adopté dans le cas présent est du type « Ossira » 400 watt, fourni par la General Electric Company Ltd. Cette installation permet

Fig. 343. Vue d'ensemble du nouveau hall d'usine.



d'éliminer toutes les ombres et donne un éclairage uniforme dans tous les endroits.

Chauffage

Le bâtiment est chauffé par un système de chauffage central à eau chaude à basse pression à circulation accélérée. Les chaudières sont à chargement automatique et sont contrôlées au moyen de thermostats. Le chauffage est assuré par 8 éléments chauffants qui sont logés sous la toiture.

Calcul et construction

Le calcul et les plans d'exécution ont été préparés par le personnel technique de la Compagnie

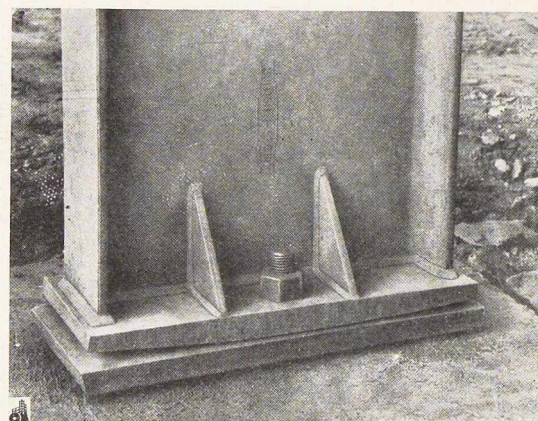


Fig. 344. Détail d'un pied de colonne assemblé par soudure à l'arc.

sous la direction de M. I. Williams, Ingénieur en chef. La partie soudure a été confiée à la Murex Welding Processes Ltd. et a été exécutée sous la direction des ingénieurs S. M. Reisser et W. G. Greenaway. Tous les travaux, tant de montage de la charpente que d'entreprise générale, ont été effectués par la Cargo Fleet Iron Company. Le nouveau hall d'usine décrit ci-dessus constitue vraisemblablement le plus vaste et le plus moderne atelier de gabarits en Angleterre. Il offre un excellent exemple d'application des grandes possibilités de la construction soudée, particulièrement dans le domaine des bâtiments industriels.



Fig. 345. Vue générale du passage inférieur de Wollishofen.

(Photos C. F. F.)

Le pont-rails courbe de Wollishofen

par F. Stüssi,

Professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale

La construction d'un passage inférieur présente en pleine ville un problème toujours délicat, les cotes de la voie et souvent celles de la chaussée étant imposées. A Wollishofen, sur le bord du lac de Zurich, le problème est d'autant plus compliqué que l'ouvrage à créer est en courbe prononcée et biais. L'intérêt de cet ouvrage réside dans un choix très étudié des solutions adoptées : poutres continues, tablier entre poutres, gabarit dépassant les maîtresses-poutres et enfin poutres courbes permettant un gain sensible sur la largeur du pont.

Il s'agissait de relier par une nouvelle route les

rues de la ville à la grande route longeant le lac de Zurich près de Wollishofen. La nouvelle rue traverse la ligne de chemin de fer à double voie Zurich-Thalwil sous un angle d'environ 30° (fig. 345). Cette ligne de chemin de fer s'incurve suivant un rayon de 490 mètres, celui du tronçon de route étant de 200 mètres.

Le niveau de la voie étant imposé, le choix de l'acier était indiqué pour le pont, ce matériau permettant de réaliser des maîtresses-poutres de faible hauteur; de ce fait, pour une hauteur sous pont donnée, c'est l'acier qui imposait un abaissement minimum de la route. Or cet abaissement

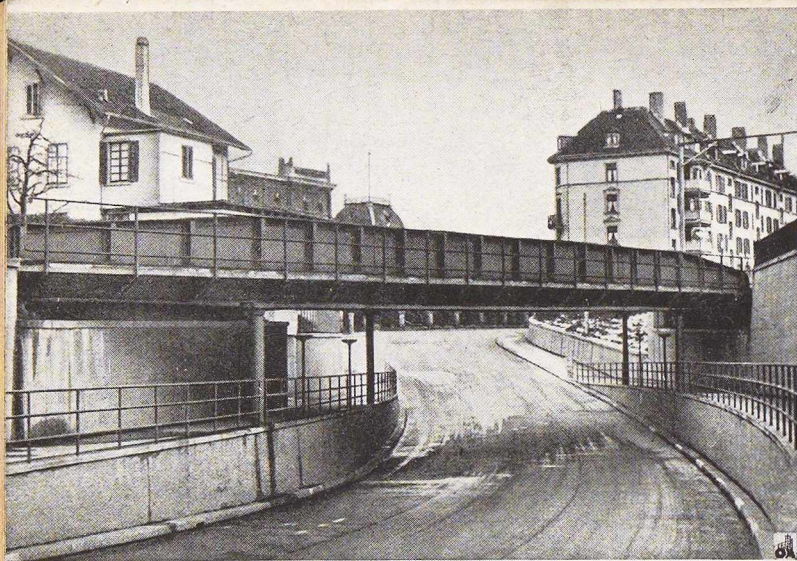


Fig. 346. Maîtresses-poutres du pont-rails courbe de Wollishofen.

de la chaussée présentait d'autant plus d'importance que la réalisation d'un passage inférieur amenait le niveau de la route à être plus bas que celui du lac ce qui a nécessité la construction de deux voiles en béton armé (fig. 346).

Le ballast repose sur un tablier entre poutres en acier enrobé de béton, de 36 cm d'épaisseur, constitué d'entretoises métalliques composées, en acier St 44 ⁽¹⁾, formant des poutrelles à larges ailes, et enrobées. Le biais de l'ouvrage exige des armatures assez importantes dans le sens longitudinal, mais permet toutefois un gain de matière assez sensible dans les triangles des extrémités du tablier (fig. 350). Le tablier, du type inférieur, forme partie intégrante du pont et celui-ci peut être considéré comme portique renversé; il sert également de contreventement aux maîtresses-poutres.

Les deux maîtresses-poutres, distantes de 7^m70 d'axe en axe, sont des poutres assemblées par rivure; elles sont sur quatre appuis, un pilier ayant été placé de chaque côté au bord du trottoir; la hauteur des maîtresses-poutres a pu être ainsi réduite de telle manière que les parties saillantes du gabarit peuvent déborder latéralement celles-ci (fig. 351), alors qu'une seule travée de 30^m00 de longueur aurait exigé une hauteur plus grande ne permettant plus ce débordement; dans ce cas, il aurait fallu élargir le pont et de ce fait renforcer les entretoises et le tablier.

De plus, elles furent conçues comme poutres continues, ce qui permit de réduire considérablement la torsion existant dans les ponts courbes. Il est à noter que les culées et la route comprise entre les parois forment un tout homogène; il n'y

⁽¹⁾ L'acier St 44 est un acier ayant une résistance à la rupture de 44 kg/mm².

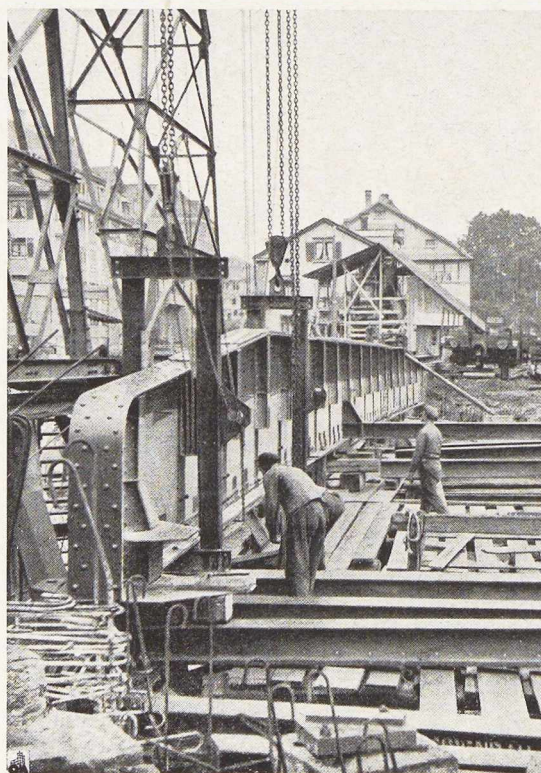
⁽²⁾ L'acier St 37 est un acier ayant une résistance à la rupture de 37 kg/mm².

avait donc pas de crainte à avoir quant à des affaissements irréguliers des supports; de plus les piles posées sur les trottoirs sont à l'abri de chocs accidentels des véhicules et ne gênent en aucune manière la circulation routière (fig. 346). Les maîtresses-poutres sont à hauteurs décroissantes pour les deux travées d'extrémité; de plus elles sont légèrement incurvées suivant le rayon de la voie (fig. 349 et 350) ce qui permit de gagner encore 23 cm de largeur nécessaire et de simplifier la pose des entretoises, celles-ci restant toujours perpendiculaires aux deux maîtresses-poutres.

La courbe des voies impliquant un dévers, il fut décidé d'adopter des maîtresses-poutres de hauteurs différentes, ceci pour permettre le débordement latéral, comme nous avons vu plus haut, pour les deux voies, les charges sur la poutre extérieure étant d'ailleurs plus élevées, compte tenu de la force centrifuge.

Toutes considérations envisagées, c'est l'acier St. 44 qui se révéla le plus économique pour les maîtresses-poutres; les raidisseurs, goussets et autres accessoires furent réalisés en acier St. 37 ⁽²⁾,

Fig. 347. Vue prise au cours du montage.



jugé suffisant; ces pièces faiblement sollicitées furent conçues par soudure à l'arc électrique et assemblées aux maitresses-poutres par rivure.

Les piliers, dont le flambement n'était pas à craindre, vu leur faible hauteur, ont une section circulaire pleine de 25 cm de diamètre en acier Martin. Les articulations inférieures et supérieures sont en acier à haute résistance et permettant un effet pendulaire (fig. 348).

La répartition des efforts sur les culées est réalisée par un système articulé permettant, bien que les piliers soient à l'abri des chocs, d'absorber des efforts horizontaux de 18 tonnes au milieu de ceux-ci.

Extérieurement aux deux maitresses-poutres sont fixées deux passerelles reposant sur des consoles et constituées de dalles creuses de béton armé contenant les câbles.

L'ouvrage exigea un poids d'acier de 128 tonnes; le projet fut établi par l'auteur de l'article en collaboration avec l'ingénieur E. Amstutz; l'exé-

Fig. 348. Appui pendulaire d'une maitresse-poutre.

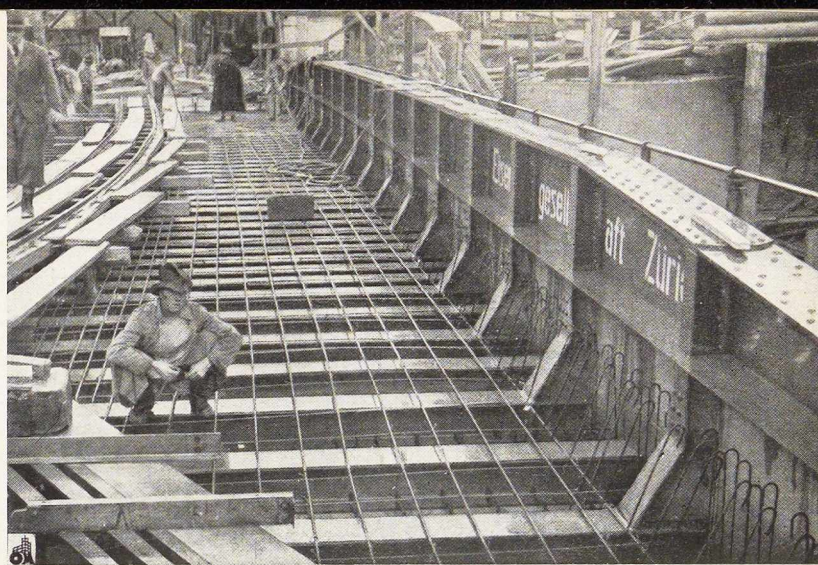
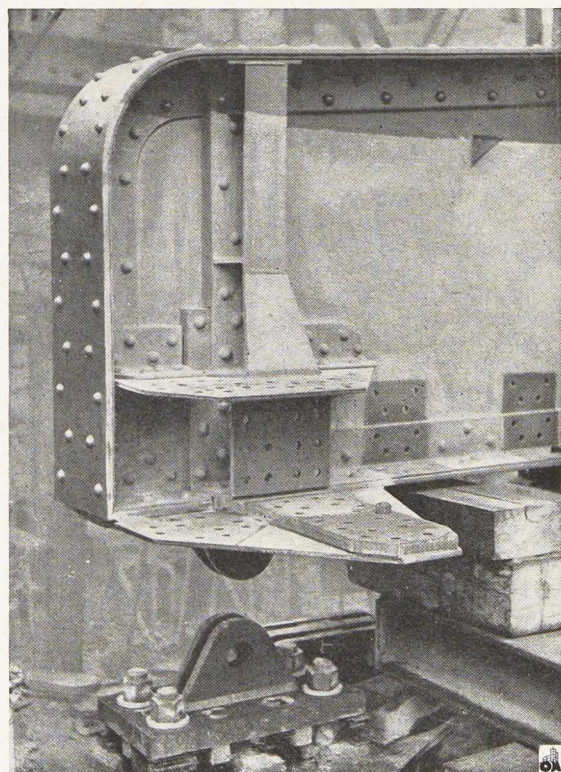


Fig. 349. Mise en place des armatures du tablier en béton.

cution fut confiée à la Société « Eisenbaugesellschaft » de Zurich.

Epreuves réglementaires

Les épreuves réglementaires ont été réalisées par les services des Chemins de Fer Fédéraux (C.F.F.) sous la direction de l'ingénieur E. Munster pendant les deux nuits consécutives du 1^{er} au 2 et du 2 au 3 février 1939.

Les mesures s'appliquaient aux tensions et flèches des poutres-maitresses, aux flèches du tablier et aux tensions dans un appui pendulaire; elles concordaient toutes à prouver la bonne liaison entre le tablier et les poutres-maitresses faisaient ainsi participer le tablier aux efforts bien que celui-ci se trouve principalement dans la zone tendue. La concordance a été parfaite entre les valeurs obtenues au cours des essais et celles obtenues par le calcul pour $m = \frac{Ea}{Eb} = 8$.

En cas de sollicitations différentes des deux maitresses-poutres, nous constatons un écart sensible entre les résultats des mesures et ceux provenant d'un calcul négligeant la liaison par le tablier; il est toutefois bien entendu que pour les calculs on n'a pas tenu compte de la résistance du béton, lorsque celui-ci est sollicité en traction; la résistance de celui-ci constitue donc une sécurité supplémentaire.

Les tensions, de même que les flèches, indiquent un effet très net de l'affaissement des appuis. C'est ainsi que les lignes d'influence n'ont pas une valeur nulle au-dessus des appuis, l'affaissement étant de l'ordre de 0,04 mm/tonne pour les culées et de la moitié de cette valeur pour les piliers intermédiaires; compte tenu de cette considération

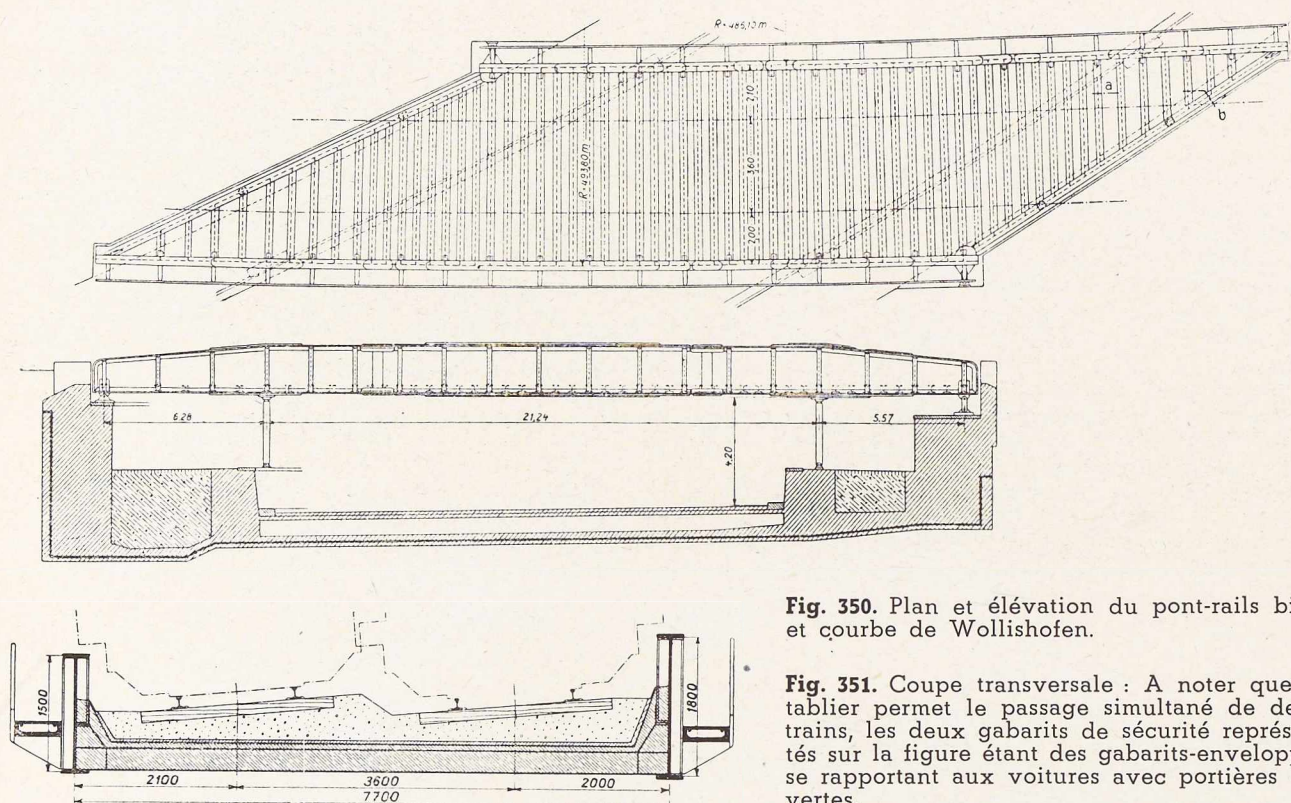


Fig. 350. Plan et élévation du pont-rails biais et courbe de Wollishofen.

Fig. 351. Coupe transversale : A noter que le tablier permet le passage simultané de deux trains, les deux gabarits de sécurité représentés sur la figure étant des gabarits-enveloppes se rapportant aux voitures avec portières ouvertes.

les légères divergences existant encore entre les calculs et les mesures sont supprimées.

Conclusions

L'intérêt de ce problème réside surtout dans le fait d'avoir pu réaliser un passage à double voie de très faible hauteur, de biais et dans une courbe; il a nécessité pour sa résolution une série d'études statiques et constructives qui a amené cette solu-

tion élégante et économique. Nous pensons que peu d'ouvrages analogues ont donné lieu à un projet aussi judicieux; cette solution sera probablement répétée de plus en plus, surtout dans les ouvrages d'art disposant, comme pour le cas qui nous concerne, d'un emplacement très restreint.

F. S.

Bibliographie : S.B.Z. Vol. 118; n° 25.

A paraître prochainement :

Les constructions préfabriquées, système Prouvé.

Le nouveau stade de Zurich.

Calcul des assemblages rivés, par F. H. FRANKLAND.

Les constructions légères aux Etats-Unis.

L'esthétique des grands ponts américains, par D. B. STEINMAN.

Nouveau système de cheminées métalliques soudées.



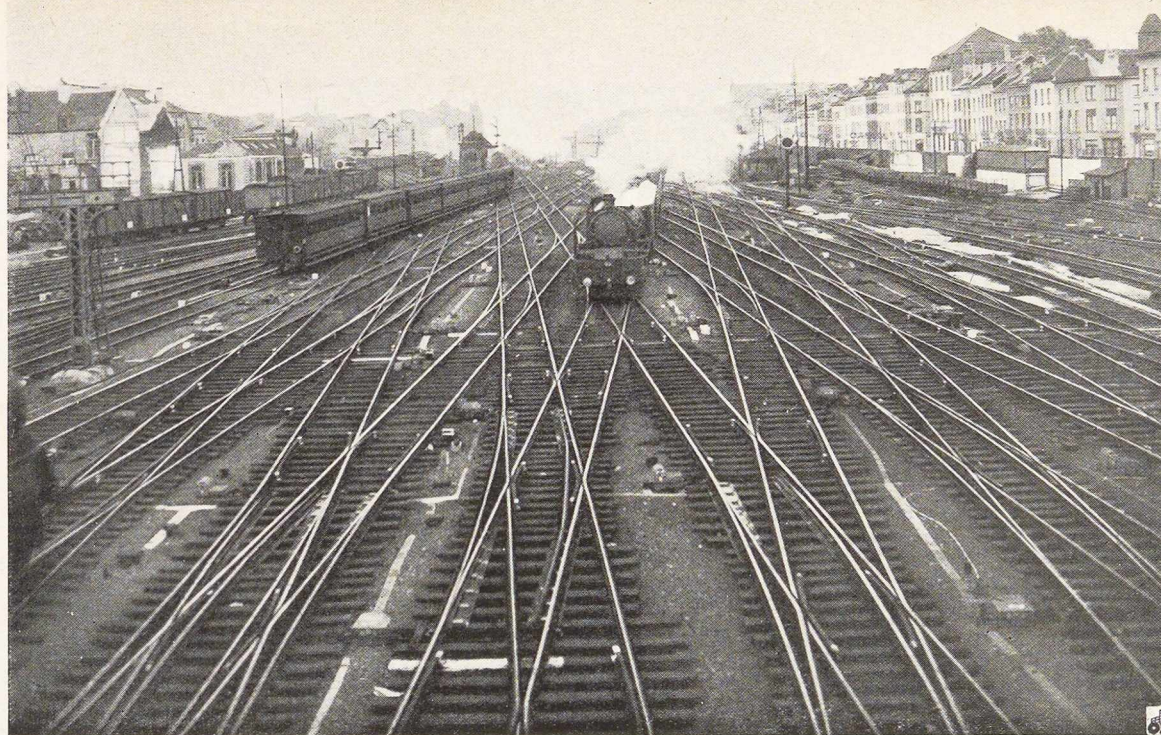


Fig. 352. Ensemble d'appareils spéciaux d'une grande gare à voyageurs en Belgique.

Aiguillages et croisements pour voie ferrée à grandes vitesses

par **C. F. B. Lemaire,**

Ingénieur des Constructions civiles A. I. G.

Généralités

On note depuis quelques années une tendance générale des Compagnies de chemins de fer à réaliser des vitesses commerciales de plus en plus élevées (120 à 160 km par heure). Pour atteindre ces vitesses, il est nécessaire que les lignes offrent de longs parcours qui puissent être franchis sans aucun ralentissement.

Les chemins de fer se sont heurtés à des difficultés réelles lorsqu'ils ont été amenés à construire des aiguillages pouvant être franchis à des vitesses de l'ordre de 120 km par heure, suivant l'itinéraire dévié et à devoir fixer les règles de pose et de manœuvre de ces aiguillages.

Les demandes de renseignements, que nous avons adressées aux Pays-Bas, à la Pologne, à la Suède, à la Suisse, à l'Autriche, au Danemark, à la Finlande, à la Hongrie, à l'Allemagne, à la

Norvège et au Luxembourg ⁽¹⁾, nous ont permis de faire deux constatations dans les réponses reçues :

1. Bon nombre de réseaux ne disposent pas encore d'aiguillages pouvant être parcourus à grande vitesse dans la voie déviée d'un branchement. Les chemins de fer hollandais, suisses, danois, suédois (Bergsgarnas), belges et allemands sont seuls à utiliser des aiguillages de ce genre parmi les pays d'Europe que nous avons consultés.

2. Les réseaux qui ont été les premiers à réaliser des vitesses commerciales élevées ne disposent pas actuellement d'aiguillages qui puissent être parcourus dans la voie déviée à des vitesses supérieures à 120 km par heure.

⁽¹⁾ Voir notre rapport *Conditions d'établissement d'une voie moderne sous charges lourdes à grandes vitesses* (numéro de janvier 1937 du Bulletin de l'Ass. Int. du Congrès des Ch. de fer).

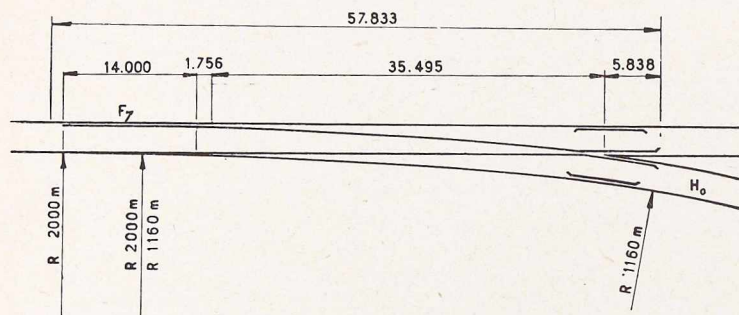


Fig. 353. Branchement F_7 , H_0 asymétrique, monobloc. Longueur de l'aiguille : 14^m00 , longueur totale de l'appareil : 57^m833 . Angle d'incidence de l'aiguille : $30'$.

Notre collègue M. H. Flament, des Chemins de fer français, a mené la même enquête que la nôtre ⁽¹⁾ auprès de douze autres réseaux (Bulgarie, Roumanie, Tchécoslovaquie, Turquie, Egypte, Espagne, France et Colonies, Grèce, Italie, Portugal et Yougoslavie). Seuls les grands réseaux français (réunis aujourd'hui en S. N. C. F.), ceux de Roumanie et de Yougoslavie utilisent des appareils de voie conçus pour passage en déviation à grande vitesse.

Éléments principaux d'un branchement

Les éléments principaux à envisager dans le tracé, la construction et la pose d'un branchement de voie moderne comprennent (fig. 354) :

L'aiguillage A et l'angle de déviation α à la pointe de l'aiguille;

Le croisement C et son angle β d'ouverture;

Le tracé de la courbe intercalaire I, les accessoires nombreux, le surhaussement et l'écartement;

Les qualités du ou des métaux à employer;

Les appareils de manœuvre, de contrôle, etc.

L'angle de déviation de l'aiguille à la pointe descend à $20'$ (réseau de l'Alsace-Lorraine) dans le cas d'un appareil à une seule déviation et même, au réseau de l'Est, à $15'$ dans des appareils à déviations *symétriques*. C'est remarquablement peu. On peut prendre dans les appareils les plus récents 20 à $25'$ comme minimum. La S. N. C. B. a admis $30'$. Peu de pays d'Europe sont d'ailleurs descendus à ces minima. En ce qui concerne l'Amérique, la Grande-Bretagne, ses Dominions et Colonies, la Chine et le Japon ⁽²⁾, nous rencon-

⁽¹⁾ Voir le Bulletin de l'Ass. Int. du Congrès des Ch. de fer (numéro d'octobre 1936).

⁽²⁾ Voir le numéro de mai 1937 du B. A. I. C. C. F. : Conditions d'établissement d'une voie moderne sous charges lourdes à grandes vitesses (Amérique, Grande-Bretagne, Dominions et Colonies, Chine et Japon), par MM. T. Yarnada et Y. Hashiguchi.

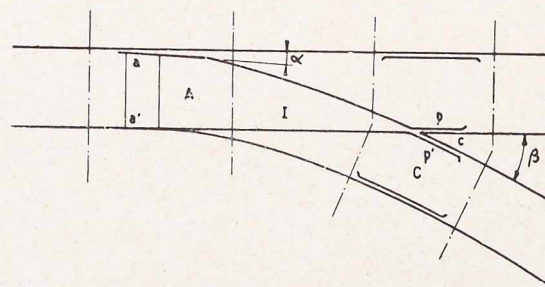


Fig. 354. Schéma d'un branchement.

A - aiguillage; I - partie de voie intercalaire; C - croisement; aa' - aiguilles; pp' - pattes de lièvre; c - pointe de cœur; α - angle d'incidence à la pointe de l'aiguille a; β - angle du croisement c.

trons des chiffres analogues sur les grands réseaux de ces pays.

D'un autre côté, il convient de remarquer que si la réduction de l'angle de déviation des lames d'aiguilles est favorable à l'entrée en courbe des véhicules, elle est au contraire défavorable au tracé progressif de l'itinéraire de la déviation, du fait qu'elle entraîne une réduction du rayon de ce tracé ⁽¹⁾. Il semble donc qu'il ne faille pas descendre en dessous des chiffres que nous avons donné plus haut, avec un minimum d'environ 20 à $25'$.

Signalons aussi que le rayon de la courbe entre l'aiguille et le croisement s'améliore si, toutes choses égales d'ailleurs, on diminue l'angle du croisement. La tendance à adopter généralement des croisements à faible ouverture, est ainsi expliquée. Le plus petit angle signalé n'atteint pas 3° ; il est utilisé à l'ancien réseau d'Alsace-Lorraine. Généralement, cet angle a plutôt une tangente variant de $0,06$ à $0,07$ (angle de 4 à 5°). Nous verrons quelques cas spéciaux plus loin.

Il convient de faire remarquer que les deux branchements asymétriques de la S. N. C. B. dénommés F_6H_1 et F_7H_0 (fig. 353) (le premier avec un angle de déviation à l'aiguille de $30'$ et un angle de croisement de $4^\circ29'34''$; tangente = $0,078$ et le second avec $30'$ et $3^\circ8'55''$ pour les chiffres correspondants; tangente = $0,055$) comportent deux rayons successifs mesurant respectivement 1.000 mètres et 2.000 mètres à proximité de la pointe des aiguilles et 561 et 1.161 mètres au delà, la longueur des aiguilles valant 12 et 14 mètres.

Au surplus, le réseau belge a étudié deux aiguillages nouveaux, l'un symétrique, permettant la

⁽¹⁾ On ne signale qu'un cas où le tracé de l'aiguillage comporte un raccordement parabolique précédant la courbe qui aboutit au croisement.



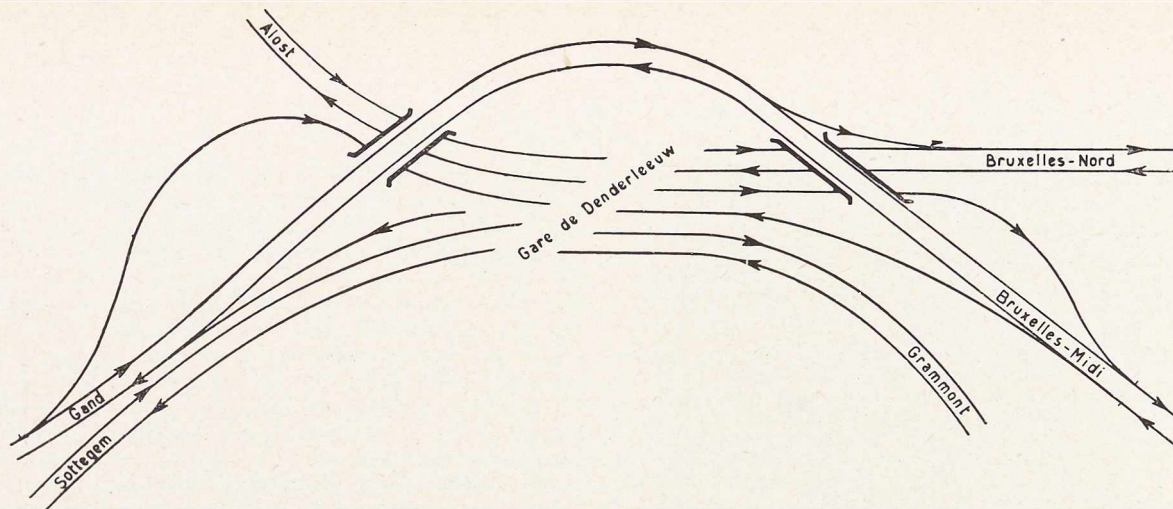


Fig. 355. Schéma du nœud de Denderleeuw.

circulation à 120 km par heure dans les deux itinéraires sans devoir recourir à la pose avec dévers, l'autre à déviation latérale, capable d'autoriser le passage de 140 à 160 km par heure suivant l'itinéraire dévié, dans les mêmes conditions de pose. Ces différentes caractéristiques et sujétions du branchement montrent suffisamment, pensons-nous, que l'emploi d'aiguilles courtes, droites, ployées ou coudées, ne se concilie plus avec la réalisation de grandes vitesses.

Ces types surannés sont abandonnés, d'autant plus que l'angle d'incidence avec le contre-rail, relativement élevé y entraîne un changement brusque de direction à la pointe de l'aiguille et, par conséquent, des chocs plus ou moins violents, des oscillations du matériel et des usures aux surfaces en contact. L'augmentation de la longueur des aiguilles diminue l'angle à la pointe, mais le tracé plus ou moins polygonal de la file discontinue, extérieure du branchement n'en subsiste pas moins, surtout si le croisement est lui-même à branches droites.

Si l'on fait usage d'une lame déviée d'aiguille courbe, le rayon de la zone intercalaire s'améliore, ainsi que l'angle à la pointe sans descendre en dessous de certains minima mécaniquement nécessaires aux sections de la pointe d'aiguille.

Les changements de voie, pour grandes vitesses, sont donc nécessairement du type « élastique », avec des longueurs d'aiguilles de 12 à 16 mètres. Le rayon de raccord de l'aiguillage au croisement peut atteindre jusqu'à 4.000 mètres à l'origine, depuis la pointe jusqu'à la séparation des bourrelets.

Un branchement pour une vitesse de l'ordre de 140 à 160 km par heure, en déviation asymétrique, n'est pratiquement réalisable qu'à condition de le pourvoir de pointes mobiles aux traversées, ce qui

permet d'y supprimer complètement les lacunes alternativement dans les deux voies.

L'angle des croisements descend au minimum de $1^{\circ}4'$ avec une tangente de 0,030 environ (type H_{00}). L'écartement de la voie est uniformément de 1^m435.

L'emploi de ces aiguillages exceptionnels ne se conçoit bien que dans les cas de bifurcations en « saut de mouton » (fig. 355). L'angle minimum admis sur le réseau belge dans les traversées, afin d'assurer un guidage satisfaisant des essieux au passage des lacunes, est, en effet, de $6^{\circ}11'55''$. Les travaux d'électrification et de modernisation du réseau permettront vraisemblablement d'intéressantes applications de ces nouveaux appareils de bifurcation.

Ecartement de la voie

L'écartement de la voie dans les aiguillages est généralement supérieur à l'écartement normal. Au joint qui précède les extrémités des lames d'aiguilles, à peu près tous les réseaux que nous avons consultés maintiennent l'écartement de 1^m435. Au droit des pointes d'aiguilles, la largeur de la voie est supérieure à 1^m435, de 10 à 20 mm. Il n'y a d'exception que dans les appareils du réseau belge, où l'on maintient actuellement 1^m435 sur toute l'étendue des aiguillages, suivant les deux itinéraires, compte tenu des grands rayons des tracés; mais partout, les chemins de fer s'efforcent de réduire le surécartement pour mieux guider les roues. Les croisements utilisés par tous les réseaux cités dans notre rapport prérapporté, sont construits à l'écartement normal; certains ont une branche courbe.

Constitution des appareils spéciaux de la voie

1. Les aiguilles

Le métal des aiguilles et des contre-aiguilles est généralement le même que celui du rail-standard.

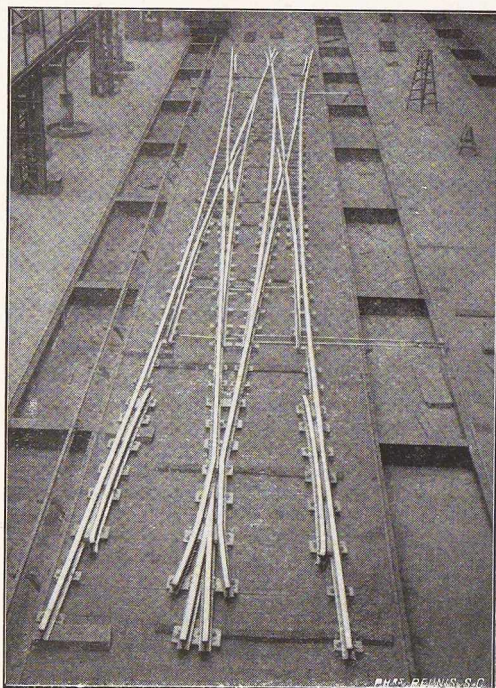


Fig. 356. Branchements pour voie à grande vitesse. Constructeur : La Brugeoise et Nicaise & Delcuve.

Quelques compagnies lui font subir un traitement thermique ou recourent à l'acier au manganèse ou au chrome.

Mais les lames d'aiguilles sont le plus souvent usinées dans les barres d'un profil trapu, à âme épaisse et à patin renforcé. Aux chemins de fer néerlandais, on utilise, aux mêmes fins, le profil du rail normal. En Belgique, aussi, mais l'épaisseur de l'âme est portée de 15 à 20 mm.

Tous les chemins de fer de la Grande-Bretagne, y compris ses Dominions et ses Colonies, ceux des pays d'Asie et des Etats-Unis usinent les lames d'aiguilles dans le profil de rail ordinaire. Au talon, l'aiguille a la même section transversale que le rail contre-aiguille mais, sur le tronçon où elle doit venir en contact avec le rail contre-aiguille, des parties du champignon et du patin sont nécessairement rabotées.

Les anciens réseaux de l'Alsace-Lorraine, du Nord français, du P. O. Midi français, des Etats roumain et yougoslave utilisent un profil spécial sur toute la longueur de l'aiguille, sauf au talon où le profil de la barre se raccorde normalement à celui du rail-standard.

Les lames d'aiguilles sont rabotées de manière à réaliser une inclinaison de $1/4$ à $1/5$ sur la verticale, du côté intérieur de la voie.

Pour améliorer la tenue des appareils, posés généralement sur pièces en bois, nous donnons la préférence à la pose avec sellettes métalliques fixées par tirefonds aux pièces de bois, les rails étant eux-mêmes attachés aux sellettes par crapauds et boulons.

Quelques rares réseaux, dont celui de la S. N. C. B., considèrent les appareils de voie comme formant un tout, dont les variations de longueur se reportent aux extrémités. Ces réseaux suppriment donc tout jeu aux joints qui séparent les rails de raccord de l'aiguillage, du croisement et de la traversée. A la S. N. C. B., cette disposition, appliquée depuis plusieurs années, n'a donné lieu à aucun inconvénient. Un essai de soudure pourrait même être tenté, afin de faire disparaître radicalement toute discontinuité de la surface de roulement et, par suite, les chocs au passage des essieux et toutes leurs conséquences plus ou moins néfastes.

Il nous paraît intéressant aussi de signaler qu'à la S. N. C. B., en vue de mieux régulariser le tracé de la voie, l'inclinaison au $1/20$ du rail de la voie courante, est maintenue généralement dans les appareils. Exception est faite pour les barres d'aiguilles qui sont nécessairement posées verticalement. Comme nous l'avons dit plus haut déjà, les aiguilles subissent à proximité du talon une torsion à chaud, de manière à y rétablir l'inclinaison au $1/20$. Avantage précieux : cela permet de relier l'aiguille et le rail adjacent par un éclissage normal.

Au Nord français, on a longtemps appliqué une solution différente qui consiste à raboter les lames d'aiguilles et de contre-aiguilles dans des rails de profil spécial dont l'âme est inclinée au $1/20$. Au même réseau, M. H. Flament ⁽¹⁾ a signalé un emploi de plus en plus étendu d'aiguillages particulièrement rigides, dans lesquels les deux contre-aiguilles sont soudées électriquement par leur patin sur une plaque longitudinale en acier. Cette tôle est découpée de telle sorte qu'elle tient lieu, au droit de chaque traverse, de coussinet de glissement à la lame d'aiguille. Ce dispositif a pu être étendu progressivement aux voies principales de plus en plus fatiguées, au fur et à mesure que s'améliore la technique de la soudure.

Les lames d'aiguilles des appareils destinés à être parcourus à grande vitesse, sont généralement encastrées au talon. La manœuvre s'opère par flexion des lames; cette flexion est facilitée par une réduction locale de l'épaisseur de l'âme et

⁽¹⁾ Voir son rapport précité.

par l'entaillage du patin dans la région voisine de l'encastrement.

2. Les croisements

Il résulte des travaux du dernier Congrès international du chemin de fer (Paris 1937) ⁽¹⁾ que les croisements des voies importantes, à écartement normal, parcourues à grandes vitesses, sont généralement fabriqués en acier moulé spécial. Quelques réseaux seulement (l'ancien réseau d'Alsace-Lorraine, le P. L. M., le London and North Eastern et quelques réseaux en Amérique) signalent l'emploi de l'acier Ni-Cr ou au Cr.

En ce qui concerne spécialement le réseau belge, la Direction de la voie de la S. N. C. B. a fait réexaminer cette importante question pendant la guerre 1940-1945.

Les premiers essais d'emploi d'acier à haute teneur en Mn datent d'avant 1914; quelques appareils ont alors été commandés aux usines Hadfield (Angleterre). Ces essais ont donné satisfaction mais sont restés sans suite ou développement quelconque pendant plus de dix ans, parce que nos aciéries de moulage n'étaient équipées que pour fabriquer des pièces courantes, faciles, en acier doux ordinaire.

Mais, sous la poussée du service de réception du matériel de la voie, de l'époque, la fabrication de croisements moulés, en acier au Mn fut envisagée à partir de 1925. En 1929, la S. N. C. B. décida, en présence des désavantages de plus en plus marqués des croisements constitués de pièces assemblées en acier à rails, d'adopter systématiquement les appareils monoblocs en acier moulé au Mn, élaboré au four électrique, à l'instar d'ailleurs de plusieurs pays étrangers.

Dès lors, ces croisements ont été fournis par l'industrie belgo-luxembourgeoise et par quelques firmes françaises.

L'acier moulé au Mn, du type Hadfield, à 12 à 14 % Mn et 1 à 1,3 % C, offre une grande résistance à l'usure et des propriétés mécaniques intéressantes au point de vue des sollicitations des croisements de la voie moderne. Voici ses caractéristiques principales :

12 à 14 % Mn; 1 à 1,3 % C; 0,8 à 0,95 % Cr; moins de 0,04 % S; moins de 0,07 % P. Après trempe au-dessus de 1.000° C, on trouve normalement :

Charge de rupture (métal forgé) : 90 kg/mm²;
Limite élastique : 35 à 40 kg/mm²;
Allongement : 40 % minimum;
Résilience : 25 kgm/cm² minimum;
Dureté Brinell après trempe : 180 à 200;

⁽¹⁾ L'Association internationale du chemin de fer groupait en 1937 un total de 526.417 km.

Dureté sur métal écroui : 400 à 500.

La limite élastique (35 à 40 kg/mm²) est donc basse et autorise de grandes déformations. Cet acier nous a donné toute satisfaction; sa ductilité, sa résistance à l'usure, et sa résilience offrent toute sécurité.

Nous sommes convaincus que le supplément de prix à payer pour le croisement en acier spécial se justifie pleinement dans la voie moderne et qu'il paie. Car il faut bien le reconnaître, le croisement rigide, constitué au moyen de pièces assemblées, en acier ordinaire au carbone s'use rapidement à la patte-de-lièvre et à la pointe de cœur. Malgré les résultats économiques des croisements en acier au manganèse sur les lignes à trafic intense et à grande vitesse, on s'étonne donc un peu de constater que les grands chemins de fer aux Etats-Unis emploient, de préférence, des appareils formés de rails assemblés ou des croisements n'ayant qu'à la partie centrale, où l'usure est maximum, une pièce en acier au Mn ou parfois au Ni-Cr.

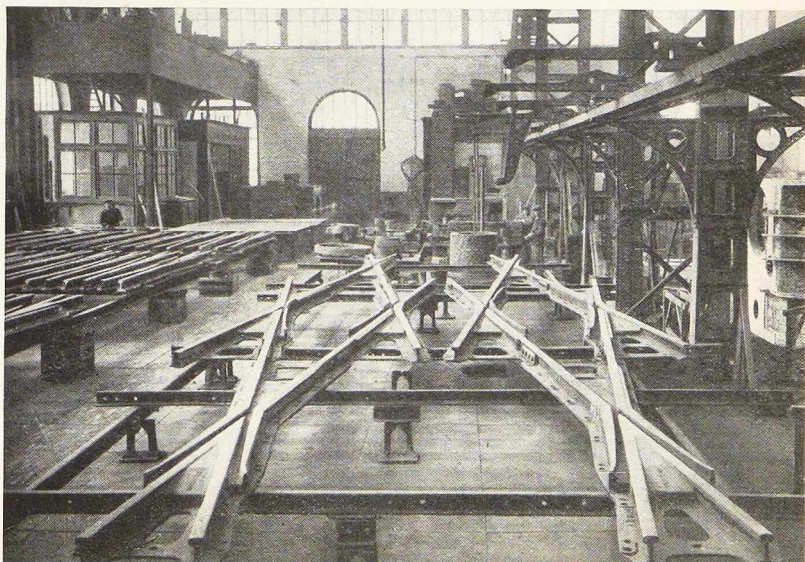
On peut dire que dès 1921-1922 (Congrès de Rome) des résultats nets se sont dégagés en ce qui concerne l'acier au manganèse. Le rapport de M. Cushing ⁽¹⁾ porte en effet : « La preuve a été faite par une longue expérience dans des conditions de service rigoureuses, que l'acier au manganèse moulé est un métal donnant des résultats satisfaisants et offrant toutes garanties de sécurité pour la fabrication des cœurs de croisement et lames d'aiguilles... » Et, M. Mesnager concluait de son côté, dans son rapport spécial du même Congrès ⁽²⁾ :

1. L'acier moulé au manganèse à 12 % Mn et 1,4 % C (acier Hadfield) donne d'excellents résultats et procure une économie pour les appareils de

⁽¹⁾ Bull. du Congrès des chemins de fer, octobre 1921.

⁽²⁾ Bull. du Congrès des chemins de fer, avril 1922.

Fig. 357. Croisements pour voie ferrée. Vue prise aux usines de la S. A. John Cockerill à Seraing.



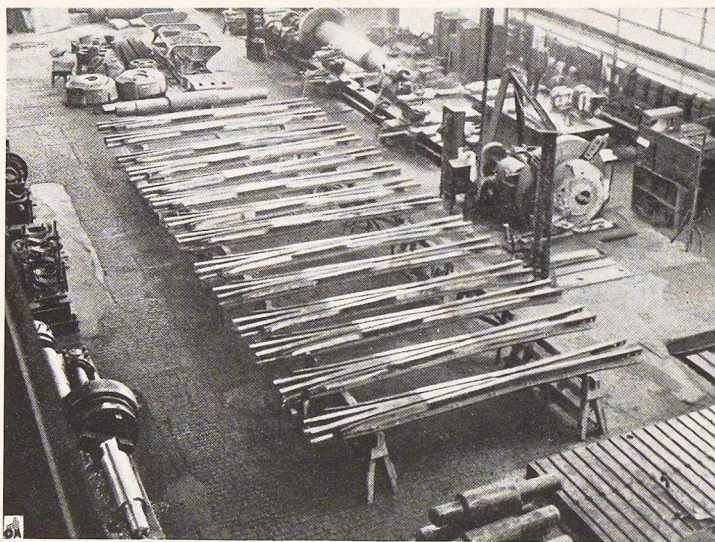


Fig. 358. Croisements de voie stockés aux usines Arbed, à Dommeldange.

croisement sur tous les chemins de fer. Son emploi tend à se généraliser.

2. Les avis sont encore partagés sur les usages des autres aciers spéciaux. La supériorité d'aucun d'eux n'est établie d'un avis unanime.

3. Il est désirable que des recherches soient continuées en vue de définir exactement les conditions à demander, d'obtenir des perfectionnements de fabrications, de préciser la valeur relative et les conditions d'utilisation des différents aciers spéciaux.

De son côté, M. P. Marthourey a traité la même question dans l'intéressante étude intitulée : *Les aciers spéciaux résistant à des usures pour appareils de voie* ⁽¹⁾. Il examine les phénomènes d'usure et fait l'historique de la recherche d'un acier très résistant à l'usure et montre les qualités de l'acier chrome-nickel moulé pour appareils de voie. Il rappelle, avec raison, que c'est avec circonspection que les compagnies de chemins de fer et de tramways, mises en présence de la complexité du problème, ont résolu d'employer sur la voie, en des points spéciaux, les aciers moulés, de formules et de provenances diverses, au lieu des aciers ordinaires au carbone et assemblés, de provenance Martin ou Thomas.

Cette prudence se justifiait si l'on réfléchit aux accidents possibles, et au temps que nécessite l'étude pratique d'un acier pour matériel de voie. Tous les modes de fusion, toutes les compositions (acier au Mn, au Cr, au Ni ou au Cr-Ni), tous les traitements ont été mis en œuvre pour donner satisfaction aux compagnies des chemins de fer.

L'acier au Mn, comme nous l'avons démontré

⁽¹⁾ Bull. du Congrès des chemins de fer, décembre 1928.

plus haut, a résolu du premier coup la majorité des problèmes posés par les exploitants des chemins de fer, et leur a rendu de grands services, à une époque où le trafic se développait en tonnage et en vitesse.

Les Américains avaient essayé, dès 1919 sur les tramways de Milwaukee, l'acier moulé au chrome-nickel; il a donné d'excellents résultats. Ceux-ci attirèrent en France, l'attention des Acieries de Genevilliers. Ce métal a des caractéristiques mécaniques fort intéressantes dont voici les principales : carbone : 0,3 %; nickel : 3 %; chrome : 1,20 %; molybdène : 0,15 %; silicium : 0,15 %; manganèse : 0,5 %; soufre et phosphore : 0,04 %.

Caractéristiques mécaniques sur le métal traité : charge de rupture : 95 kg/mm²; limite élastique : 80 kg/mm²; allongement : 10 %; résilience : 10 kgm/cm²; dureté Brinell sur métal traité: 275-300.

Les anciens réseaux français de l'Alsace-Lorraine et du P. L. M. ont mis à l'essai, peu d'années avant 1940, des appareils monoblocs en acier Ni-Cr. Ce métal offre certains avantages sur l'acier au Mn : possibilité d'un usinage normal aux machines-outils; possibilité de soudures aux rails adjacents de la voie et de rechargements par soudure après une certaine usure.

Mais, le prix des appareils en acier Ni-Cr est supérieur de 30 à 40 % à celui des appareils en acier au Mn (sur base 1938-1939). Il faut, en effet, noter que l'acier dur au Ni-Cr demande une élaboration soignée spécialement au four électrique ainsi que des traitements thermiques précis et contrôlés rigoureusement.

Comme les chiffres caractéristiques, cités plus haut, le montrent, la limite élastique de cet acier est très élevée par rapport à la charge de rupture, mais la ductilité et la résilience sont plus faibles que celles des aciers au Mn.

Des compagnies de tramways ont fait, en Belgique, une assez large utilisation d'appareils spéciaux de la voie en acier Ni-Cr. La question est plus complexe dans les conditions d'exploitation moderne des grands chemins de fer. Aucune conclusion définitive ne semble d'ailleurs avoir été prise sur les grands réseaux français ou américains au sujet des deux aciers en présence.

L'importance du réseau belge justifierait, selon nous, la poursuite d'essais suivis et systématiques au moyen de cœurs monoblocs pour croisements normaux, en acier au Ni-Cr; d'autant plus que les disponibilités en ferro-manganèse sont actuellement fort réduites.

D'une manière générale, quelles que soient les dispositions prises pour les croisements, elles doivent assurer la solidité et la rigidité de l'appareil, ainsi que l'indéformabilité de l'ensemble.

3. Les coussinets de glissement

Les coussinets de glissement des aiguilles sont généralement en acier; ils sont fixés tantôt directement sur les traverses, tantôt par l'intermédiaire d'une ou plusieurs plaques en acier s'étendant sous tout ou partie des lames.

Les entretoises butées (le plus souvent en acier moulé) méritent une attention spéciale dans une exploitation à grande vitesse. Elles doivent, en effet, assurer le maintien *rigoureux* de l'entre-distance entre l'aiguille appliquée et le rail contre-aiguille et le respect du tracé fixé pour l'aiguille pendant le passage des trains, suivant l'itinéraire en déviation.

Nous recommandons donc d'étudier ces butées avec grand soin, au point de vue non seulement de leur profil, de leurs dimensions, de leur emplacement, mais aussi des moyens de fixation, eu égard aux sollicitations diverses qui les fatiguent sur les lignes à trafic lourd et à grande vitesse.

Disons aussi un mot des traversées, mais les renseignements obtenus à leur sujet sont plutôt clairs. A la S. N. C. B., les traversées, « monobloc », en acier moulé au manganèse, et celles en rails assemblés, sont utilisées couramment. Afin d'assurer un guidage satisfaisant des essieux au passage des lacunes des traversées, l'angle minimum est fixé à $6^{\circ}11'55''$. On peut descendre en dessous de cette valeur; la solution consiste alors à recourir à une traversée à pointes mobiles. Une liaison, à parcourir à grande vitesse, a été étudiée dans ce sens, pendant la guerre, par le Service de la Voie de la S. N. C. B. Elle comprend des aiguillages, dénommés F_8 (angle de déviation à la pointe de $30'$; lames d'aiguille de 16 mètres de longueur), croisements en monobloc dénommés H_{00} avec angle d'ouverture de $1^{\circ}40'$, le même que pour celui des traversées mobiles. La voie déviée comporte un rayon de 3.474 à 5.000 mètres, écartement de la voie : 1^m435, aucun dévers; la vitesse peut atteindre 160 km par heure. Il serait fort intéressant de faire une application de cette remarquable combinaison d'appareils spéciaux. Les lames mobiles des traversées ont 8 mètres de longueur; elles proviennent de rails à âme renforcée; leur fabrication et leur pose rappellent celle des lames d'aiguillages. Les branchement complet mesure environ 83 mètres et la double liaison atteint un développement total de 356 mètres environ; il permet d'assurer la liaison entre deux lignes à grande vitesse, parallèles sur quelque 400 mètres ou de réaliser une bifurcation à grande vitesse suivant un itinéraire dévié, sans dévers et en maintenant l'entrevoie normale dans une ligne en alignement.

Manœuvre et contrôle des branchements

Les aiguilles élastiques ne sont pas sous tension pendant le passage des trains; elles sont toutes deux solidarisées par deux ou trois tringles rigides de connexion; elles sont attaquées généralement en deux points. Des mesures sévères de sécurité doivent être prises pendant la circulation à grande vitesse de la pointe vers le talon. Dans ce but, les aiguilles sont immobilisées à l'aide d'un verrou au moins. La position des verrous ainsi que celle des lames est contrôlée à la pointe des aiguilles. Le contrôle est généralement impératif, soit mécaniquement, soit électriquement.

Par ailleurs, nous recommandons le montage « à blanc » des appareils spéciaux destinés aux voies principales, avec repérage complet des pièces avant démontage et expédition, ainsi que cela se pratique au dépôt central de la voie de la S. N. C. B., à Schaerbeek (fig. 359).

Quelques conclusions

Applications de la soudure

La vaste enquête organisée au Congrès de Paris (1937) par les délégués de 28 pays, a conduit à d'intéressantes études au sujet de l'établissement d'une voie moderne, sous charges lourdes à grandes vitesses.

Au sujet des aiguillages pouvant être parcourus en déviation, à de grandes vitesses, notons les conclusions suivantes : l'angle de déviation de la pointe de la lame d'aiguille doit être aussi faible que possible, la lame doit être de préférence flexible, pour donner à la voie une courbure progressive à l'entrée dans l'aiguillage.

Les rayons de courbure de la partie intercalaire doivent être aussi grands que possible, au point

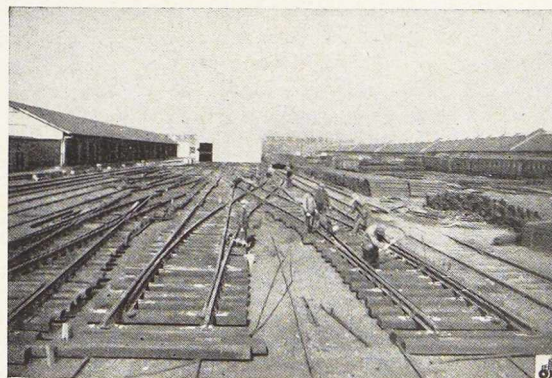


Fig. 359. Double branchement entre voies parallèles.

de vue d'une vitesse maximum et pour guider progressivement le véhicule jusqu'au croisement. L'ensemble du branchement, comme la file des rails extérieurs, continus demandent un tracé particulièrement soigné afin d'éviter toute cause de choc ou de discontinuité dans le roulement et le guidage des essieux.

L'angle de croisement doit être aussi faible que possible et le croisement lui-même, tout comme l'ensemble de l'appareil, doit être bien rigide et rester parfaitement fixé.

L'étude du surhaussement à donner dans les parties courbes du branchement doit être faite, dans chaque cas particulier, en s'inspirant des règles adoptées pour la voie courante. Les vitesses à admettre seront, le cas échéant, déterminées et contrôlées au moyen d'essais pratiques de passage de différents types de convois.

La question des applications de la soudure pour la construction et l'entretien des appareils de voie

Si l'on considère le réseau mondial des chemins de fer à grand écartement (1^m435 — ou plus), on constate que l'application de la soudure à la confection et à la fixation des aiguillages et des croisements n'a pas encore atteint une solution générale et définitive. Les compagnies de chemins de fer sont prudentes, font des applications limitées et des essais isolés. Nous sommes convaincus que la soudure s'étendra dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres et qu'elle permettra de lutter avec efficacité contre l'usure des appareils et contre les effets perturbateurs des trains lourds, à grande vitesse.

Les résultats obtenus, à ce jour, sont d'ailleurs encourageants et le supplément du coût des appareils en tout ou partie soudés, par rapport aux anciens types assemblés, est largement justifié.

Voici quelques constatations recueillies par M. G. Ellson ⁽¹⁾. Une certaine déformation s'est produite dans deux cas d'application sur des croisements soudés; on a remédié à ce défaut en chauffant la pièce et en la maintenant à la même température pendant toute la durée de la soudure, et en outre, en soudant d'abord les semelles en acier doux aux âmes des rails. Dans d'autres cas, les pièces déformées ont été chauffées et redressées.

Les résultats obtenus demeurent un peu contradictoires. Un réseau signale 10 % de défauts sur le nombre total d'appareils soudés. Un autre prétend avoir eu des difficultés avec 58 % des

appareils soudés. Par contre, un autre n'a pas constaté de déficiences depuis les premières expériences, les appareils soudés ne coûtant d'ailleurs (avant 1940) qu'environ un cinquième de plus que les assemblés.

Le rechargement par soudure permet de rétablir rapidement, *in situ*, la section normale du rail comme des pièces de l'appareil spécial, aux points plus ou moins usés et par un métal d'apport soigneusement déterminé. Un grand nombre de compagnies ont aujourd'hui adopté le rechargement par soudure, avec succès et sécurité.

Les procédés employés pour ce rechargement sont la soudure à l'arc ou la soudure autogène aux gaz. On ne pourrait pas encore dire si l'un des procédés l'emportera définitivement sur l'autre dans les opérations de soudure systématiques intéressant les appareils de la voie. On ne pourrait pas, non plus, qualifier de définitif et complet le résultat d'ensemble obtenu pour les rechargements par soudure. Mais la valeur économique de ces rechargements est généralement reconnue.

La plupart des réseaux ont l'intention d'élargir le champ d'application de ces soudures et de réparer, en ordre principal, par ce procédé les pointes de cœur et les pattes de lièvre des appareils spéciaux et, à échelle plus réduite, les pointes d'aiguillages.

Ce procédé a, d'ailleurs, beaucoup évolué, depuis ses premières applications, il y a une vingtaine d'années. Il est aujourd'hui d'une portée considérable dans le problème technique et économique de la viabilité et de la sécurité des voies parcourues en déviation aux grandes vitesses de trains de toutes charges. Il demande aussi d'être appliqué par un personnel de choix, spécialisé, soumis au contrôle journalier du chef d'équipe et au contrôle sporadique d'appareils d'auscultation.

L'utilisation de la soudure pour assembler et fixer les éléments des appareils spéciaux de la voie, permet de réduire le nombre des attaches et de les améliorer en diminuant leur fatigue et leur usure. De ce chef, on augmente la résistance et la durée de service de ces appareils.

Le rechargement par soudure est à signaler comme moyen de reconstituer les tables de roulement usées localement. Il en résulte des économies d'entretien et de renouvellement des branchements.

Les résultats obtenus à la veille de la guerre de 1940-1945 sont riches en promesses quoique acquis en peu d'années. Toutes les compagnies de chemins de fer se proposent, d'ailleurs, de poursuivre et d'étendre les applications de la soudure à la superstructure de la voie courante, comme aux différents appareils qui en dépendent. C. L.

⁽¹⁾ Application de la soudure pour l'entretien et la reconstruction des appareils de la voie, par M. George Ellson, Chief Engineer, Southern Railway, Rapport au Congrès de Paris, 1937 (A. I. C. C. F.).



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le dernier trimestre 1945

Le développement progressif de la production de l'acier s'est poursuivi d'une façon satisfaisante au cours des trois derniers mois de 1945. C'est ainsi que la production de l'acier, qui n'était que de 12.955 tonnes en janvier 1945 pour la Belgique

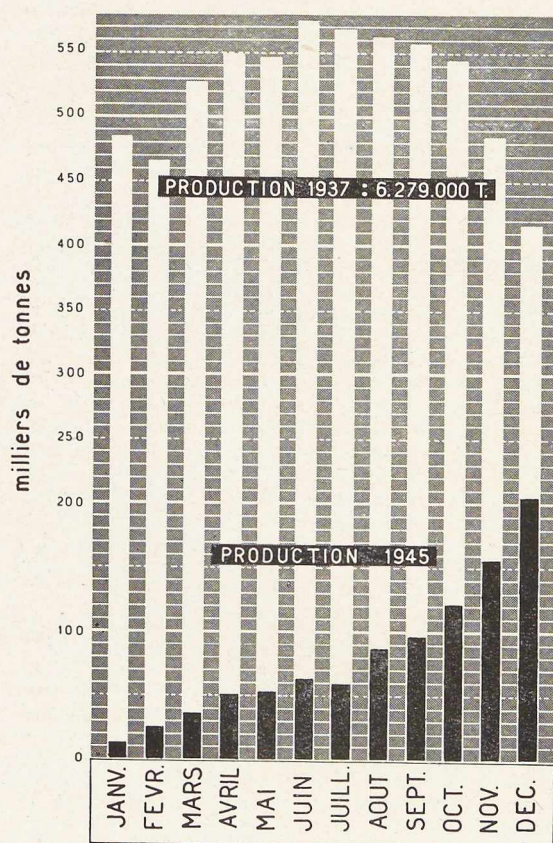


Fig. 352. Production actuelle des aciéries belges et luxembourgeoises, comparée à celle de 1937.

et le Luxembourg réunis, a atteint 120.295 tonnes en octobre 1945, 158.607 tonnes en novembre 1945, et 203.244 tonnes en décembre 1945, se répartissant comme suit :

usines belges : 100.445 tonnes en octobre, 113.961 tonnes en novembre, 137.417 tonnes en décembre.

usines luxembourgeoises : 19.850 tonnes, 44.646 tonnes, 65.827 tonnes.

Ce relèvement de la production a permis de faire face à une partie des besoins intérieurs. Ceux-ci sont en effet élevés, car, dans toutes les industries et dans tous les domaines, les restrictions d'utilisation, qui ont dû être supportées pendant quatre ans, créent aujourd'hui une demande importante.

La question des prix de l'acier a été de nouveau évoquée à plusieurs reprises par la sidérurgie, les prix actuellement pratiqués étant considérés comme n'étant pas rémunérateurs.

Etant donné l'importance extrême de l'exportation pour l'économie belge et luxembourgeoise on note avec satisfaction que l'augmentation de la production permet progressivement un retour à une certaine reprise de contact à l'exportation et notamment à des échanges commerciaux limités avec la Hollande, le Danemark, la Suède, la Norvège, la Finlande et la Suisse. En outre, des ordres ont été exécutés pour le Maroc, l'Egypte, la Palestine et même l'Amérique du Sud. Les perspectives d'avenir dans ce domaine sont intéressantes, les besoins restant très grands dans tous les pays. Pour le premier trimestre de 1946, on prévoit, pour l'Union Economique belgo-luxembourgeoise, une exportation de 60.000 tonnes vers la Hollande, de 20.000 tonnes vers la Norvège, de 60.000 tonnes vers la Suède. Enfin, 30.000 tonnes sont prévues pour le Danemark et 10.000 tonnes pour la Finlande.

Les transformateurs envisagent des fournitures en Chine, au Portugal et en Amérique du Sud.

On prévoit le réallumage de hauts fourneaux aux usines de Sambre et Moselle.

Signalons encore que sur le marché intérieur, les constructeurs éprouvent toujours des difficultés à obtenir certains profils, les programmes de laminage n'ayant pas encore l'ampleur de ceux d'une production normale. Rappelons à ce sujet que la production moyenne mensuelle de 1937 s'élevait à environ 400.000 tonnes.



La production sidérurgique britannique

L'Iron & Coal Trades Review donne les chiffres de production britannique pour la décade 1936-1945.

1936-38 (moyenne)	11.722.100 t.
1939	13.221.300 t.
1940	12.975.300 t.
1941	12.312.200 t.
1942	12.941.700 t.
1943	13.031.200 t.
1944	12.142.200 t.
1945	11.808.000 t.

La production de 1945 est estimée d'après les chiffres officiels pour les premiers 11 mois de l'année.

La production sidérurgique française

La production française d'acier pour les mois de novembre et décembre 1945 a été respectivement de 227.000 et 233.000 tonnes.

La France a importé, en décembre, 87.000 tonnes de produits sidérurgiques. Pour 1945, la production d'acier brut a été de 1.587.000 tonnes, contre 3.054.000 tonnes en 1941 et 6.186.000 tonnes en 1938.

Voyage d'études aux Etats-Unis

Le Conseil Professionnel de l'Industrie des Fabrications Métalliques a organisé, à la demande du Ministère des Affaires Economiques, une mission d'études aux Etats-Unis. M. R. Nihoul a été désigné comme Rapporteur général de cette mission et a séjourné aux Etats-Unis pendant le dernier trimestre de l'année 1945.

La mission d'études a pu réunir une importante documentation dans le domaine de la construction métallique; elle a été notamment en contact avec les milieux scientifiques américains qui s'occupent de la soudure, de la construction des ouvrages d'art, des ponts et charpentes, du matériel roulant, etc. Un accueil extrêmement chaleureux a été fait par l'industrie américaine aux délégués belges. Ceux-ci ont pris contact avec des institutions scientifiques et ont visité des usines sidérurgiques et des ateliers de constructions situés principalement dans la partie nord-est des Etats-Unis. Ils ont visité notamment des institutions à Boston, Bethlehem, Philadelphie, Pittsburg, Chicago, Milwaukee, Cleveland, Detroit, Jacksonville, etc.

Nous reviendrons ultérieurement sur les aspects techniques les plus importants de l'industrie américaine des fabrications métalliques. Disons dès maintenant que les industriels belges ont été frappés par le développement de l'utilisation du produit plat qui dans certains domaines voit s'ouvrir de plus en plus d'utilisations par exemple en

charpentes, en matériel roulant, etc. D'autre part, le développement de la soudure par résistance vient compléter heureusement, à côté de la soudure oxy-acétylénique et de la soudure à l'arc, un nouveau moyen d'assemblage; la soudure par points, non seulement pour les faibles épaisseurs, mais également pour les grandes constructions, voit s'ouvrir de nouveaux champs d'applications. Dans un autre ordre d'idées, le développement des aciers légèrement alliés a permis l'allègement des constructions, qu'il s'agisse de grands ouvrages d'art ou de constructions mobiles. Enfin, l'organisation méthodique des ateliers, la fabrication d'éléments standardisés sont une des caractéristiques de la production à bon marché des constructions métalliques américaines.

La reconstruction sur le réseau des Chemins de fer belges

Les services de la voie de la Société Nationale des Chemins de Fer belges continuent à remettre en service des ouvrages définitifs qui remplacent progressivement les ouvrages provisoires qui ont permis d'assurer, jusqu'à présent, le trafic ou qui doublent d'anciens ouvrages.

C'est ainsi notamment que le pont de Gellick est actuellement achevé en usine et son montage est en cours. Il s'agit du plus grand pont Vierendeel actuellement réalisé. Ce pont a été confié à la Brugeoise et Nicaise & Delcuve. De même le pont de Hal est en cours de montage par les soins de la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi et le pont de Landegem par ceux de la Société Nobels-Peelman. Les Ateliers de Construction de Willebroeck ont achevé le pont de Muizen, les Grosses Forges de la Hestre, le pont de Hautrage, et les Ateliers de Jambes le pont de Florifoux. Enfin, les Ateliers de Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse ont achevé le pont de Hony.

D'autre part, le pont de Oostkamp est en fabrication à la Brugeoise et Nicaise & Delcuve, le pont de Châtelet aux Usines de Braine-le-Comte. Le pont de Willebroeck se termine à l'usine; les ponts de Termien et de Viesville, construits par les Ateliers de Hérinnes, sont en cours de montage.

Sont en construction à l'atelier, les ponts de Oolen à Willebroeck, de Balen à Awans-François, le pont de Hal, ligne 94, à la Société Baume et Marpent; le viaduc de Montzen aux mêmes ateliers; le pont de Grammene et celui de la Meuse, à Visé, à la Compagnie Centrale de Construction à Haine-Saint-Pierre; le pont de Herenthals, aux Ateliers Cockerill; le pont du Val-Saint-Lambert, aux Ateliers Métallurgiques, ainsi que le pont de Langerloo. Enfin, le pont sur le canal Albert, à Visé, est en construction à la Société d'Ougrée-Marihaye.

Signalons pour terminer que les Ateliers Métallurgiques de Nivelles achèvent le montage des ponts-rails basculants de Zeebrugge.



Bibliothèque

Nouvelles entrées ⁽¹⁾ :

L'urbanisme et l'habitation

par A. PUISSANT.

Un ouvrage de 157 pages, format 12,5 × 18 cm. Edité par l'Office de Publicité, Bruxelles, 1945. Prix : 55 francs.

L'auteur de cet ouvrage, est professeur à l'Institut d'Urbanisme de l'Université Libre de Bruxelles. Il a réalisé de nombreuses constructions et a publié beaucoup d'articles et d'études sur l'urbanisme. Particulièrement qualifié pour faire le point de nos connaissances techniques, économiques, démographiques, psychologiques et sociologiques en matière d'urbanisme, il a su faire de son ouvrage une synthèse claire et vivante de ce problème vital dans la vie de l'homme. La table des matières du livre de M. Puissant comprend les chapitres suivants : Démographie — L'urbanisme — L'urbanisation — L'urbaniste — L'habitation — Les normes — Les réalisations — Le terrain — La cité — Travaux publics, etc.

The B. S. P. pocket book (Le livre de poche des palplanches B. S. P.)

Un ouvrage relié de 212 pages, format 10 × 13 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la British Steel Piling Company Ltd. Londres.

Ce petit livre, très bien présenté, constitue un manuel de l'utilisateur des palplanches métalliques. Il contient les caractéristiques des palplanches Larssen ainsi que des notes sur le calcul des ouvrages tels que murs de soutènement, batardeau, etc. L'ouvrage se complète par différents tableaux relatifs à la résistance des matériaux, à la conversion des mesures anglaises en mesures métriques (et vice-versa) etc

L'expérience et les théories nouvelles en résistance des matériaux (2^e édition)

par R. L'HERMITE.

Un ouvrage de 240 pages, format 13 × 31 cm, illustré de 64 figures. Edité par Dunod, Paris, 1945. Prix : 235 francs français.

L'étude de M. L'Hermite, directeur des Labora-

toires du Bâtiment et des Travaux Publics de Paris, constitue une synthèse de la résistance des matériaux dans son état actuel. L'auteur a cherché à montrer où en était la connaissance de la déformation et de la rupture des solides, quelles étaient ses incertitudes, ses hypothèses et ses tendances.

Dans cet ordre d'idées, l'exposé est divisé en deux parties : Dans la première partie l'auteur met en évidence l'enchaînement des théories classiques de la résistance des matériaux et leurs limites d'application. Il dégage l'idée générale qui conduit à la solution habituellement adoptée, montrant les limites d'emploi de cette solution et la comparant, chaque fois que cela est possible, avec les résultats de l'expérience. Dans la deuxième partie, il résume les dernières recherches expérimentales sur la constitution des solides et leur interprétation quant aux phénomènes de déformation et de rupture, aux phénomènes dynamiques (le choc) et aux phénomènes superficiels (la dureté).

Discursos y conferencias (Discours et conférences)

par A. PEÑA BOEUF.

Un volume relié de format 16 × 22 cm. 244 pages illustré de 50 figures et 5 planches hors-texte. Edité par l'auteur, Madrid, 1945.

L'éminent ingénieur espagnol Alfonso Peña Boeuf, professeur à l'Ecole d'Ingénieur des Ponts et Chaussées a réuni en ce volume l'expérience de trente ans de vie professionnelle. Présenté avec le plus grand soin, l'ouvrage contient les études et articles suivants : Projet d'un barrage de 90 mètres de hauteur — Pont de Lisbonne — Procédés nouveaux de consolidation des sols — Couvertures des hangars de grande portée — Action dynamique du choc sur les constructions — La résonance dans les constructions — Progrès dans les ouvrages hydrauliques, etc.

L'ouvrage du professeur Peña Boeuf ne se trouve pas dans le commerce.

Engineering Research (La recherche dans l'art de l'ingénieur)

par R.-A. COLLACOTT.

Une brochure de 24 pages, format 13 × 21 cm. Edité par Crosby Lockwood & Son Ltd. Londres, 1945. Prix : 1 sh. 6 d.

⁽¹⁾ Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre salle de lecture, 14, rue Van Orley, à Bruxelles, ouverte de 9 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis : de 9 à 12 heures).

On peut acquérir le catalogue de notre bibliothèque, édition 1944, au prix de 40 francs.



L'objet de cette publication est de donner aux ingénieurs et techniciens une idée de l'importance que revêt la recherche scientifique dans l'art de l'ingénieur. La brochure contient des judicieuses considérations sur la recherche dans les grandes et les petites firmes et donne quelques exemples d'application des travaux de recherche à la technique. On trouve encore des renseignements sur les centres de recherche en Grande-Bretagne ainsi que des conseils aux ingénieurs qui voudraient se destiner à la recherche scientifique.

Tú y el acero (Toi et l'acier)

par V. MUTHESIUS.

Un volume relié de 352 pages format 14 × 22 cm, illustré de 77 figures et 48 planches. Edité par Labor, Barcelone, 1945. Prix : 40 pesetas.

L'ouvrage de V. Muthesius, traduit par L. Oro-bón Fernández, est consacré au développement et à la « puissance universelle de la sidérurgie ».

L'auteur commence par se demander ce que serait le monde sans l'acier. La réponse est qu'un tel monde ne serait pas notre monde, tant la place qu'occupe le métal dans la vie de l'homme est importante. Les principaux chapitres de cet intéressant ouvrage sont les suivants : Histoire du fer — Mythe et réalité — Le haut fourneau — Du fer à l'acier — Le rôle du carbone — Les hommes qui ont créé le monde de l'acier — Forges, laminoirs, fonderies — L'âge de l'acier — L'acier modèle d'histoire, etc.

Les métaux et alliages

par J.-R. MARÉCHAL.

Un ouvrage de 303 pages format 16 × 25 cm, illustré de 127 figures. Edité par Soledí, Liège, 1945. Prix : 285 francs.

L'ouvrage de l'ingénieur Maréchal est un traité de métallurgie. Il débute par une étude générale des métaux et alliages. Cette partie contient des notes introductives suivies d'un important chapitre sur les techniques de la métallographie (examen macroscopique et microscopique, examen radiographique, etc.). L'étude des propriétés physiques mécaniques et chimiques des métaux et alliages est traitée d'une façon détaillée dans un chapitre spécial.

La deuxième partie de l'ouvrage, intitulée *Etude particulière des différents métaux et alliages* offre un intérêt spécial aux lecteurs de l'*Ossature Métallique* en raison de la documentation qu'elle fournit sur les aciers ordinaires, les aciers spéciaux et les fontes.

Les Outils de Coupe — l'Usinage des Métaux

Un volume relié de 395 pages format 22 × 28 cm, illustré de nombreuses figures et abaques. Edité

par l'Union Gramme, Liège, 1945. Prix : 600 francs.

Cet important volume constitue le compte rendu de la Session de l'Outil organisée à Liège par l'Union des Ingénieurs techniciens sortis de l'Institut Gramme. La Session de l'Outil 1944 a remporté un vif succès et plusieurs personnalités du monde technique y prirent part. Leurs mémoires apportent une utile contribution au problème de l'outil, dont l'importance en mécanique n'échappe à personne. Cette contribution sera d'autant plus appréciée par les ingénieurs et les techniciens que la littérature sur l'outil n'est pas très abondante.

Parmi les mémoires figurant à l'ouvrage citons notamment les suivants : *L'industrie mécanique en Belgique : son importance et son évolution* (A. Genette); *Le phénomène de coupe ou de formation d'un copeau* (M. Moussoux); *Les aciers à outils* (M. Wilmet); *L'outil et la machine* (professeur Van Eepoel); *Le traitement thermique des aciers rapides* (M. Ledocq); *L'évolution de la construction des machines-outils* (C. Beaujean).

De la chaumière à la maison préfabriquée

par A. GODITIABOIS.

Un ouvrage de 95 pages, format 14 × 22 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par le Laboratoire de Cinématique, Bruxelles, 1945. Prix : 60 francs.

L'ouvrage de M. A. Goditiabo, *De la chaumière à la maison préfabriquée* pose excellemment le problème de la préfabrication dans l'industrie du bâtiment. C'est avec un vif intérêt que nous avons lu les considérations qui rendent nécessaire l'industrialisation du bâtiment.

Nous avouons cependant que nous ne partageons pas toutes les vues de l'auteur lorsqu'il propose des solutions concrètes. Il est certain, en effet, que la préfabrication peut être prévue sous de très multiples formes. Mais les solutions métalliques sont parmi celles qui présentent le plus d'avantages, car aucun des autres matériaux ne possède les qualités de légèreté, de souplesse, de haute résistance et de possibilité de réutilisation qui sont propres à l'acier. Par ailleurs la crainte de voir l'acier rester un produit rare en Belgique n'est heureusement pas fondée. Mois par mois la production de nos aciéries est en voie d'augmentation et on peut envisager avec confiance l'avenir prochain au cours duquel l'acier sera certainement l'un des matériaux le plus courant en Belgique et probablement dans le monde entier.

Ceci dit, l'ouvrage de M. Goditiabo, présente le double avantage de traiter d'une façon générale et abstraite une question encore trop controversée et proposer efficacement une solution, parmi d'autres, au problème si important de la reconstruction.



Table des Matières

Tome IX. Janvier-Avril 1940

Pages

Calculs, théories, études générales, essais

Développement de la construction de maisons en acier aux Etats-Unis, par L. RUCQUOI	117
Nouveaux essais sur modèles de nœuds rigides, par F. CAMPUS	125, 181
Position de la construction soudée après l'accident du pont de Hasselt, par F. HECQ	81
Soudure des ponts et charpentes, par G. SCHAPER	161

Constructions à ossature

Agrandissement des laminoirs de l'Ourthe à Sauheid (Belgique)	69
Charpentes Vierendeel de l'Acierie « Ilva » à Savone (Italie), par A. BOZZARELLI	107
Construction d'une charpente métallique à Hemixem	46
Nouvel aéroport municipal de New-York	169
Nouvelle école du Centre à Hornu, par V. BOURGEOIS	20
Nouvelle usine de la Compagnie Murex, à Waltham Cross (Angleterre)	53

Ponts

Accidents des ponts du canal Albert	89
Construction d'un nouveau pont de chemin de fer sur le Nil, à Nag-Hamadi (Egypte)	15
Elargissement du tablier du pont de Wimmis dans les Alpes suisses, par H. AEBERHARD	63

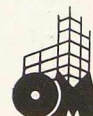
Piles de ponts en palplanches métalliques	60
Pont suspendu de Lions'Gate, à Vancouver (Colombie britannique)	101
Tabliers soudés pour voies de chemin de fer à la nouvelle gare du Midi à Bruxelles	38

Transports

Boggies à suspension indépendante des voitures électriques de la ligne Bruxelles-Anvers, par J. FORTUN	114
Chalands soudés pour la Mer Morte	123
Nouvelles voitures métalliques de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits et des Grands Express européens, par J. FORTUN	29
Transformation des malles « Léopoldville » et « Albertville », par R. SCHENCK	36

Divers

Acier et ses applications	35, 74
Allègement des cages de mines, par V. DANIEL	43
XVII ^e assemblée générale de l'American Institute of Steel Construction	75
Assemblée générale annuelle du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier	175
Constructions soudées à la Société Nationale des Chemins de fer belges	1
Grande volière du Jardin zoologique de Rome	71
Nouvelles installations de tankage de la Transport & Trading Company à Anvers-Sud, par G. LELUBRE	149



	Pages
Nouvelles conduites des installations pétro- lifères d'Anvers-Sud	65
Ponton métallique pour sonnette de bat- tage	48
Réservoirs américains en acier	152
Travaux de la Commission belge d'étude de la corrosion, par M. VAN RYSEL- BERGE	153
Tunnel sous la Meuse, à Rotterdam	168

Classement par noms d'auteurs

H. AEBERHARD. — Elargissement du tablier du pont de Wimmis dans les Alpes suisses	63
V. BOURGEOIS. — Nouvelle école du Centre à Hornu	20
A. BOZZARELLI. — Charpentes Vierendeel de l'Aciérie « Ilva » à Savone (Italie)	107
F. CAMPUS. — Nouveaux essais sur modèles de nœuds rigides : I ^{re} partie	125
II ^e partie	181
V. DANIEL. — Allègement des cages de mi- nes	43
J. FORTUN. — Boggies à suspension indé- pendante des voitures électriques de la ligne Bruxelles-Anvers	114
J. FORTUN. — Nouvelles voitures métalli- ques de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits et des Grands Express européens	29
F. HECQ. — Position de la construction sou- dée après l'accident du pont de Hasselt	81
G. LELUBRE. — Nouvelles installations de tankage de la Transport & Trading Company, Anvers-Sud	149
L. RUCQUOL. — Développement de la con- struction de maisons en acier aux Etats-Unis	117
G. SCHAPER. — Soudure des ponts et char- pentes	161
R. SCHENCK. — Transformation des malles « Léopoldville » et « Albertville »	36

	Pages
M. VAN RYSELBERGE. — Travaux de la Commission belge d'étude de la cor- rosion	153

Chronique

1. Activité des Associations Scientifiques et Techniques

Bureau des Relations Science-Industrie	93
Recherches allemandes en 1939	191
Valorisation des matières premières en Belgique	94

2. Emploi de l'acier dans le bâtiment

Construction d'un grand hall sportif dans l'Etat d'In- diana (U.S.A.)	143
Constructions soudées en Amérique	144

3. Emploi de l'acier dans les ponts

Accidents des ponts soudés	191
Construction d'un grand pont sur l'autostrade alle- mande	49

4. Renseignements économiques

Marché de l'acier pendant le mois de décembre 1939	49
Marché de l'acier pendant le mois de janvier 1940	93
Marché de l'acier pendant le mois de mars 1940	190
Marché de l'acier pendant le mois de février 1940	143
Production d'acier brut dans le monde	191

5. Divers

Acier au service de la défense nationale	190
Construction en série de bateaux aux Etats-Unis	191
Pieux métalliques faits de vieux rails	50
Stockage du maïs aux Etats-Unis	94
Très ancienne application des toitures shed	144
Ventilation du tunnel de la Jonction Nord-Midi	143

6. Echos et nouvelles

a) Ponts

Adjudications de ponts	50
Nouveau pont d'Aeltre	95
Pont de Ghlin	144
Pont de Nevele	144
Ponts divers	95, 192
Pont sur l'Escaut à Termonde	50



	Pages
b) Divers	
Construction navale	50
Charpentes	144, 192
Matériel roulant	95, 192
Tanks	95
Travaux de la Jonction Nord-Midi	50, 144

Ouvrages récemment parus

Agenda Béranger 1940	145
Agenda Dunod 1940. — Bâtiment	193
Annuaire général du Bâtiment, des Travaux Publics et des Industries qui s'y rattachent	146
Annuaire du Bâtiment et des Travaux Publics, par H. Ancely	146
A.S.T.M. Methods of Chemical Analysis of Metals (Méthodes d'analyses chimiques des métaux, élaborées par la Société Américaine pour l'Essai des Matériaux)	97
Atlas metallographicus (Atlas métallographique, tome II, fascicules 7 et 8), par Hanemann et Schrader	51
Congrès International des Ingénieurs Navals	193
Comparative Economics of Bridges and Tunnels (L'économie comparée des ponts et tunnels), par F. H. Frankland	98
Dopovidi Akademij Nauk U.R.S.S. (Rapports de l'Académie des Sciences d'Ukraine)	96
Durchlaufende Balken auf elastisch drehbaren und elastisch senkbaren Stützen, einschliesslich des Balkens auf stetiger elastischer Unterlage (La poutre continue sur appuis élastiques et compressibles avec applications à la poutre sur sol compressible), par A. Manger	146
Manuel pratique de soudure électrique à l'arc, par R. Granjon et R. Salelles	96
Mededeeling No 19. — Centrale Corrosie Commissie. (Communication No 19 Commission centrale de la Corrosion)	194
Nagrev metalla i nagrevatelnyje piechi (Le réchauffage du métal et les fours de réchauffage), par N. J. Tajtz , A. Miller et V. B. Tov	193
Neuzeitliches Schweißen. I. Teil: Autogene Schweißung (La soudure moderne, I ^{re} partie: La soudure autogène), par E. Dreyer	194
Ouvrages publiés par l'Académie des Sciences d'Ukraine	146

	Pages
Paquebot « Baudouinville »	145
Plastichni deformacij v stalnikh konstrukcjakh (Les déformations plastiques dans les constructions en acier), par N. D. Zhudin et A. I. Strelbickaja	97
Practical Microscopical Metallography (Métallographie microscopique pratique), par R. H. Greaves et H. Wrighton	145
Prize Bridges (Ponts primés). Ed. A.I.S.C. 1939	51
P. Träger Handliste (Catalogue des poutrelles à larges ailes)	145
Publications de l'United States Department of Commerce	97
Reibung und Verschleiss (Frottement et usure)	145
Sbornik referatov nauchno-issledovaetskikh rabot (Recueil de mémoires consacrés aux travaux de la recherche scientifique)	98
Schweisstechnik im Stahlbau (La technique de la soudure dans la construction en acier), par K. Klöppel et C. Stieler	193
Situation économique de la Belgique en 1938. Ed. B.N.B.	51
Spécification provisoire applicable aux constructions soudées de la S.N.C.B.	98
Stahlbankalender 1940 (Agenda aide-mémoire de la construction en acier)	192
Steel Construction — Handbook No 22 (La construction en acier). Ed. R. A. Skelton & Co Ltd.	193
Technique	96
Vlaamsche Bouw- en Aanbestedings Kalender 1940 (Agenda du bâtiment et des adjudications)	98
Vom Werdegang der Stahlbauwerke (De l'édification des ouvrages métalliques, vol. I ^{er})	96

Bibliographie

Résumé d'articles relatifs aux applications de l'acier
52, 99, 147, 195

Catalogues et Revues

Arcos	194
Contrôle des soudures par rayons X. Ed. Usines Balteau	194
Electrodes Philips	146
Laboratoires — Essais — Réceptions. Ed. A.I.B.	51

Editions du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier :

Abaques et Tableaux pour le calcul rapide des constructions métalliques , par H. M. SCHNADT	Frs 150,-
Tableaux pour le calcul rapide des poutres à âme pleine , par O. HOUBRECHTS	Frs 150,-
Abaque Général de Flambage , par H. M. SCHNADT	Frs 40,-
Album de Macrographies pour la réception des tôles et larges plats en acier calmé , par la Commission Mixte des Aciers	Frs 40,-



Tome X. Janvier-Décembre 1945

	Pages
Calculs, théories, études générales, essais	
Architecture métallique, par M. SCHMITZ	53
Avenir de la technique, par M. LODS	101
Calcul des récipients à viroles elliptiques soumis à une pression intérieure, par Em. PIERRE	115
Colonnes encastrées dans une fondation posant sur terrain élastique, par W. KERKHOF	34
Contrôle des constructions soudées, par H. GERBEAUX	173
Coordination dans la construction du bâtiment, par R. LAMBERT	193
Nouvelle méthode d'essais micro-mécaniques des métaux, par N. MIRONOFF	73
Profil tubulaire pour châssis de fenêtres métalliques, par F. VAN DEN BERGHE	105
Soudure oxy-acétylénique des canalisations d'acier dans le bâtiment, par G. ANCIEN	141
Trempe superficielle oxy-acétylénique, par R. PAPPI	67
Constructions à ossature	
Ateliers d'apprentissage de l'Ecole des Arts et Métiers de Berne	156
Bâtiment d'administration de la P.G.E.M. à Arnhem	81
Deux types de maisons anglaises permanentes	59
Ecole de garçons du Boulevard Berthier, à Paris	41
Immeuble à ossature métallique, rue Royale, à Bruxelles	16
Maison métallique permanente, la maison C.	191
Maison métallique Braithwaite	98
Maison métallique semi-permanente. — La maison Arcon, par J.-L. VAN MARCKE DE LUMMEN	64
Nouveaux bâtiments des Moulins de Trois Fontaines à Vilvorde, par A. BECKERS	3

	Pages
Nouveaux ateliers de la Cargo Fleet Iron Co Ltd.	221
Toitures métalliques préfabriquées	180
Constructions militaires	
Acier au service des armées	132
Aérodrome flottant « Lily »	165
Construction de ponts-rails militaires	138
Pipe-line « Pluto »	133
Pont « Robert A. Gouldin Bridge »	104
Ponts Bailey	30
Port artificiel d'Arromanches	47
Transport de matériel roulant à travers la Manche	170
Ponts	
Construction mixte fer-béton dans les ouvrages d'art, par J. RIDER	213
Destruction des ponts-rails métalliques pendant la guerre, par C. F. B. LEMAIRE	87
Nouveau passage supérieur en gare de Thionville, par G. SECKLER	166
Nouveau pont de Neuilly, près de Paris	121
Nouveau pont tournant du Havre	201
Pont de la Main Avenue, à Cleveland (Etats-Unis)	11
Pont-rails de Wollishofen, par F. STÜSSI	223
Reconstruction du pont de Menai	220
Remise en état du pont-rails « Southwark-Street »	171
Viaduc de la Sitter, en Suisse	112
Transports	
Aiguillages et croisements pour voie ferrée à grandes vitesses, par C. F. B. LEMAIRE	227
Joint de la voie ferrée, par R. CAMPUS	183
Nouvelles voitures légères des Chemins de Fer Fédéraux suisses	161
Wagons culbuteurs automatiques, par J. FORTUN	31



Divers

Assemblée générale annuelle du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier	76
Editorial	1
Fer au service des artistes, par G. VERLANT	19
Résultats des études effectuées dans le do- maine de la protection de l'acier con- tre la corrosion, par M. VAN RYSEL- BERGE	147
Travaux de la Jonction Nord-Midi	210

Classement par noms d'auteurs

G. ANCIEN. — Soudure oxy-acétylénique des canalisations d'acier dans le bâtiment	141
A. BECKERS. — Nouveaux bâtiments des Moulins de Trois Fontaines à Vilvorde	3
R. CAMPUS. — Joint de la voie ferrée	183
J. FORTUN. — Wagons culbuteurs automa- tiques	31
H. GERBEAUX. — Le contrôle des construc- tions soudées	173
W. KERKHOFS. — Colonnes encastrées dans une fondation posant sur terrain élas- tique	34
R. LAMBERT. — Coordination dans la con- struction du bâtiment	193
C. F. B. LEMAIRE. — Aiguillages et croise- ments pour voie ferrée à grandes vi- tesses	227
C. F. B. LEMAIRE. — Destruction des ponts- rails métalliques pendant la guerre	87
M. LODS. — Avenir de la technique	101
N. MIRONOFF. — Nouvelle méthode d'essais micro-mécaniques des métaux	73
R. PAPPI. — La trempe superficielle oxy- acétylénique	67
Em. PIERRE. — Calcul des récipients à vi- roles elliptiques soumis à une pression intérieure	115
J. RIDET. — La construction mixte fer-bé- ton dans les ouvrages d'art	213
M. SCHMITZ. — L'architecture métallique	53
G. SECKLER. — Nouveau passage supérieur en gare de Thionville	166
F. STÜSSI. — Le pont-rails de Wollishofen	223
F. VAN DEN BERGHE. — Le profil tubulaire pour châssis de fenêtres métalliques	105

Pages

Pages

J.-L. VAN MARCKE DE LUMMEN. — Maison mé- tallique semi-permanente. — La mai- son Arcon	64
M. VAN RYSELBERGE. — Résultats des étu- des effectuées dans le domaine de la protection de l'acier contre la corro- sion	147
G. VERLANT. — Le fer au service des ar- tistes	19

Chronique

1. Activité des Associations Scientifiques et Techniques

Au C.G.I.	78
Au Ministère des Travaux Publics	158
Organisation d'un Service de Consultation à l'I.B.S.	38

2. Emploi de l'acier dans le bâtiment

Exposition de maisons préfabriquées à Bruxelles	159
Constructions préfabriquées en France	118

3. Emploi de l'acier dans les ponts

Ponts Bailey	79
------------------------	----

4. Renseignements économiques

Industrie sidérurgique britannique	198, 235
Industrie sidérurgique canadienne	78
Industrie sidérurgique brésilienne	117
Marché de l'acier au cours des trois premiers mois de l'année 1945	78
Marché de l'acier pendant les mois d'avril et mai 1945	117
Marché de l'acier pendant les mois de juin et juillet 1945	158
Marché de l'acier pendant les mois d'août et septem- bre 1945	198
Marché de l'acier pendant le dernier trimestre 1945	235
Plan quinquennal concernant l'industrie sidérurgique britannique	117
Production sidérurgique française	236

5. Divers

Activité du chantier naval Cockerill de Hoboken	159
Application de la soudure autogène à la construction des navires aux Etats-Unis	117
Bas d'acier	198
Conférence de M. R. Nihoul à la Chambre de Commerce de Bruxelles	38
Concours de projets-types de maisons à ossature mé- tallique	78
Distinction américaine aux usines sidérurgiques lu- xembourgeoises	198
Démission de M. A. D'Heur, président du C.B.L.I.A.	38
Importante commande de locomotives aux firmes belges	79
Locomotives et wagons pour le réseau belge	117
Nuances modernes d'acier	117
Reconstitution du parc de matériel de la S.N.C.F.	158
Reconstruction sur le réseau des chemins de fer belges	236
Récupération du soutènement métallique en galerie	79
Voyage d'études aux Etats-Unis	236



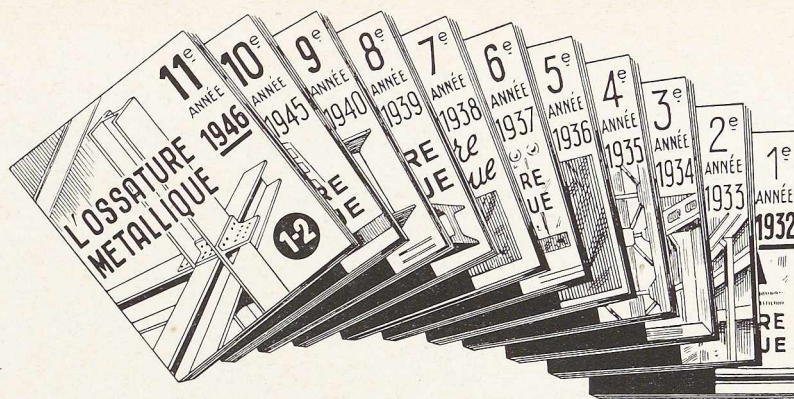
Bibliothèque

	Pages
Aetzhft. par A. Schrader	39
Aesthetic Aspect of Civil Engineering Design (L'aspect esthétique de l'art de l'ingénieur du génie civil). Ed. Inst. C. E.	199
Applications des Rayons X, par J. J. Trillat	40
Bau-Entwurfslehre, par Ernst Neufert	39
Beitrage zur Theorie und Berechnung von Balkenbrücken aus Eisenbeton, par Hilal Mohamed	39
Beräkning av hängbroar, par M. Granholm	40
British Standard specification for high tensile structural steel for bridges and general building construction, no 968 (Spécification standard britannique relative à l'acier de construction à haute résistance pour ponts et charpentes)	79
British Standards Yearbook (Annuaire des standards britanniques)	120
B.S.P. pocket book (Livre de poche des palplanches B.S.P.). Ed. British Steel Piling Co. Ltd.	237
Building Research (La recherche dans la construction)	80
Calcul des systèmes hyperstatiques, par E. Robert et L. Musette	199
Carnet de chantier ou Doctrine de l'architecture, par C. Montagné	200
Chaumière à la maison préfabriquée (De la), par A. Goditiabo	238
Cockerill et la Cité de l'acier, par R. Hustin	40
Comment dois-je faire ma publicité d'après-guerre, par M. Caboni	80
Comment lancer un produit par la publicité, par M. Caboni	160
Concevoir sa maison, par R. Schuiten	200
Conseils pratiques pour la soudure, par W. Gerritsen	40
Constitution physico-chimique des aciers de construction — Traitements thermiques, par J. Servais	40
Constructional Engineer's Compendium (Aide-mémoire de l'ingénieur-construc-teur). Ed. Appleby-Frodingham, Steel Co Ltd.	160
Construction des ponts, par R. Vallette	39
Coupage au chalumeau. Ed. L'Oxydrique Internationale	40
Cours de chemins de fer, 4 ^e partie, Matériel roulant et traction des trains, par Poirée et Dautry	39
Cours de connaissance des métaux, par O. L. Bihet	40
Cours de constructions métalliques (livres III et IV), par M. Boll	39
Cours de ponts métalliques, par Grelot	39
Cours de résistance des matériaux, par H. Leplat	119
Demonstration Houses (Maisons-types). Ed. H. M. Stationery Office	80
Discursos y conferencias (Discours et conférences), par A. Peña Bœuf	237
Electric Arc Welding Manual. Vol. I. Equipment (Manuel de soudure à l'arc électrique. Vol. I. Matériel). Ed. Murex Welding Processes Ltd.	200
Engineering Research (La recherche dans l'art de l'ingénieur), par R. A. Collacott	237
Etapas de la métallurgie, par L. Guillet	40
Expériences et les théories nouvelles en résistance des matériaux (2 ^e édition), par R. L'Hermite	237
Fatigue des métaux, par R. Cazaud et L. Persoz	40
Fer dans le monde, par M. Lecerf	40
Figure de Bruxelles, par M. Schmitz	40
Gefüge Richtreihen im Dienste der Werkstoffprüfung, par H. Diergarten	39
Grands problèmes de la métallurgie, par L. Guillet	40
Härterei-Technische Mitteilungen, par P. Riebensahm	40

	Pages
Hautes températures, par G. Ribaux	40
L'homme et les métaux, par T. A. Rickard	40
Housing Manual 1944 (Manuel pour la construction des maisons). Ed. par H. M. Stationery Office	160
Leçons sur la physique interne des matériaux — Initiation à la physique structurale, par G. A. Homès	40
Manuel de soudure, par E. Henrion et F. M. L. Van Hoorenbeek	40
Manuel de la soudure à l'arc, par Ch. Meller	40
Manuel de photoélasticité, par L. N. G. Filon	40
Mémoires de l'A.I.P.C., VI ^e volume 1940-41	39
Métaux et alliages, par J. R. Maréchal	238
Metalenleer, Woordenlijst No 1	40
Modern Steels, par E. E. Thum , Ed. A.S.M.	39
Monographie des Matériels Algrain de ponts, de pontceaux et de platelages des types militaires et coloniaux, par P. Algrain	120
Outils de coupe — Usinage des métaux. Ed. Union Gramme	238
Palplanches métalliques, par A. Couard	40
Peinture dans l'industrie, par B. Carnaut	40
Petit dictionnaire illustré de la publicité, par M. Caboni	80
Petit vocabulaire technique français-anglais et anglais-français, par E. Demaret	80
Post-war Building Studies (Etudes concernant le bâtiment d'après-guerre)	120
Pratique des traitements thermiques, par G. De Smet	40
Procédés nouveaux de construction d'immeubles, Ed. O.T.U.A.	40
Protection phosphatique des métaux ferreux, par O. Macchia	200
Rebuilding Britain — A twenty year plan (Le reconstruction de la Grande-Bretagne — Un plan de vingt ans), par Sir Ernest Simon	119
Reconstruction des villes et des immeubles sinistrés après la guerre de 1940, par J. Vincent	40
Reconstruction des ponts de Lyon, Ed. E.C.L.	199
Schweissen der Eisenwerkstoffe, par Zeyen et Lohmann	40
Schweisstechnik II. Ed. V.D.I.	40
Silver Fox Stainless Steels (Aciers inoxydables Silver Fox)	119
Staalconstructies (Samenstelling en berekening van), par Buistraan	39
Stahldraht, par A. Pomp	39
Steel in House Construction (L'acier dans la construction des habitations). Ed. B.S.A.	160
Steel Sheet Piling (Palplanches métalliques). Ed. Appleby-Frodingham Steel Co, Ltd.	160
Steel Construction, 4 ^e édition (La construction en acier), Ed. A.I.S.C.	200
Taschenbuch für die Lichtbogenschweissung, par K. Meller	40
Techniques de la métallurgie, par L. Guillet	119
Theorie en Praktijk van den Staalskeletbouw, par E. A. Van Genderen-Stort	39
Théories nouvelles en résistance des matériaux, par R. L'Hermite	39
Tú y el acero (Toi et l'acier), par V. Muthesius	238
Untersuchungen zur Ermittlung günstiger Herstellungsbedingungen für die Baustellenstösse geschweisster Brückenträger, par G. Bierett	39
Urbanisme et l'habitation, par A. Puissant	237
Versuche über das Verhalten von geschweissten Trägern unter oftmals wiederholten Belastung, par O. Graf	40
Versuche und Feststellungen zur Entwicklung der geschweissten Brücken, par O. Graf	39



Avis aux lecteurs de L'OSSATURE METALLIQUE



Avec ce numéro, L'OSSATURE METALLIQUE termine son 10^e exercice. Créée en 1932, elle avait atteint, en 1940 déjà, une réputation universelle, basée sur la notoriété de ses collaborateurs, sur sa régularité et sur la qualité de sa présentation. Quatre années de guerre sont venues interrompre son essor, et les difficultés d'approvisionnement en papier ont contraint la rédaction à réduire à six le nombre de numéros à paraître en 1945.

Pour l'année 1946, nous devons encore nous imposer des limitations. Nous prévoyons, comme pour 1945, la publication de six numéros. L'OSSATURE METALLIQUE sera probablement obligée de paraître, très momentanément, sur un papier de moindre qualité. Nos lecteurs comprendront que nous ne nous inclinons que devant la force majeure et que tous nos efforts tendront à rendre le plus tôt possible à notre revue la périodicité et la présentation normale.

Conditions d'abonnement pour 1946 :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo Belge : 100 francs belges.

France et ses Colonies : 400 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences GIRARDOT et C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (C. C. P. Paris n^o 1760.73).

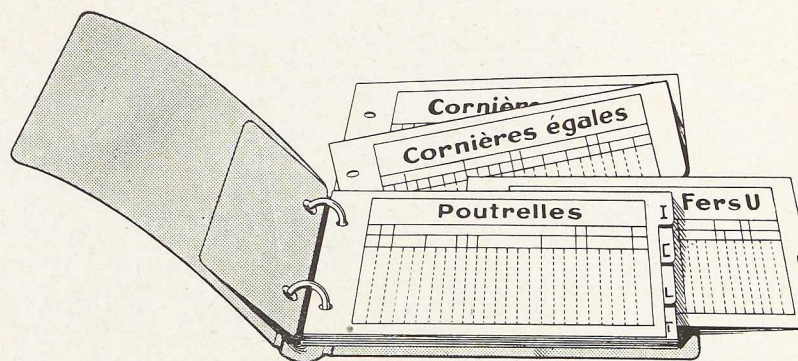
Autres pays : 175 francs belges, payables par chèques postaux (n^o 340.17), par chèque ou par mandat-poste, au Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, à Bruxelles, 38, boul. Bischoffsheim.

Catalogue des Profilés

Le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier vient d'éditer un nouveau Catalogue général des profils laminés par les usines belges et luxembourgeoises. Ce document, s'appuyant sur les standards A.B.S. a été établi à la suite de deux ans de travaux de la Commission mixte des Aciers, créée à l'initiative du Groupement de l'Industrie des Fabrications métalliques.

Pour chaque profil, les tableaux donnent les caractéristiques complètes de nouveaux profils allégés. En outre ils donnent les caractéristiques des profils renforcés, permettant ainsi de choisir tous les profils nécessaires, dans une gamme réduite. Le catalogue indiquera le programme de laminage de chacune des usines belges et luxembourgeoises.

Le document comportant une quinzaine de feuillets, sous reliure à anneaux, sera mis en vente au prix de 100 francs. Les abonnés de L'OSSATURE METALLIQUE qui en feront la demande avant le 1^{er} avril 1946, recevront **gratuitement** un premier exemplaire du catalogue.



ENROBAGES COMPRIMÉS A LA PRESSE

*Pourquoi ? — Qualité !
Régularité !*

SOUDOMETAL S. A.

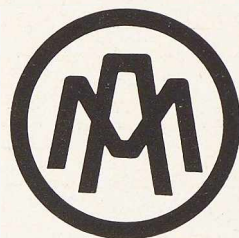
LICENCE DES PROCÉDÉS OERLIKON

SPÉCIALITÉ D'ÉLECTRODES DE HAUTE QUALITÉ
POUR ACIERS DOUX ET SEMI-SPÉCIAUX

SOUDOMÉTAL, SOCIÉTÉ ANONYME

Adm. Dél. : Daniel LAGRANGE
Ingénieur A. I. Br. - A. I. Lg.

BUREAUX ET USINES :
83, CHAUSSÉE DE RUYSBROECK
FOREST-BRUXELLES
TÉL. 43.45.65 R. C. B. 108.263



NOS SPÉCIALITÉS :

Brides de tuyauteries pour hautes pressions
Tôles et accessoires galvanisés
Emboutis lourds et moyens
Ressorts - Am'Acier - Pièces en acier moulé
et pièces forgées (brutes et parachevées)

LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES S. A. NIVELLES

USINES A NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGE

Locomotives - Tenders - Wagons - Voitures - Ponts - Grues - Charpentes

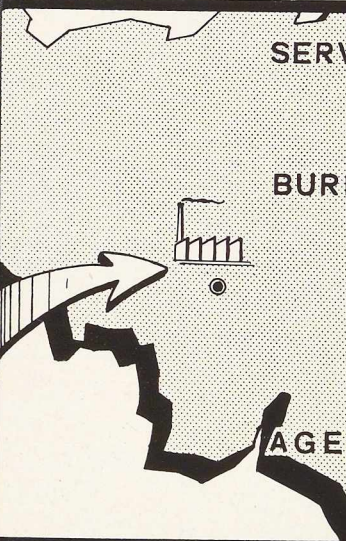


A • C • E • C

TOUT LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL

CHARLEROI

**CAPITALE
DE LA
CONSTRUCTION
ÉLECTRIQUE BELGE**



**SERVICE EXPORTATION
A CHARLEROI (BELGIQUE)**

BUREAUX A :

Londres, New-York, Varsovie,
Le Caire, Téhéran, Bombay,
Madras, Rio de Janeiro,
São Paulo, Sidney, Shanghai,
Hong-Kong.

AGENCES dans le monde entier.



Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi

SOCIÉTÉ ANONYME

Documentez-vous sur

**L'ARCHITECTURE
LA DÉCORATION
L'ART MÉNAGER**

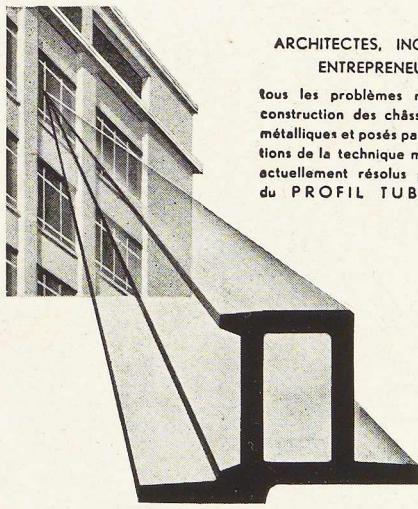
LA REVUE

"La Maison"

**traite des problèmes du logis,
de la cité, la région, le pays**

ABONNEMENTS D'UN AN
(12 NUMÉROS) 260 FR. C. CH. P. 399.08

ART ET TECHNIQUE, BRUXELLES



**ARCHITECTES, INGÉNIEURS,
ENTREPRENEURS,**

tous les problèmes relatifs à la
construction des châssis et portes
métalliques et posés par les concep-
tions de la technique moderne sont
actuellement résolus par l'emploi
du PROFIL TUBULAIRE.

DEMANDEZ NOTRE NOTICE EXPLICATIVE

CHAMEBEL S.A.

VILVORDE - Bureaux : 31, rue Montagne-aux-Herbes-Potagères, BRUXELLES

Les Ateliers de construction

Ventola

S. A. **GAND, 155, Haut-Chemin. Tél. 516.19**

VENTILATEURS - TOLERIE - AÉROTHERMES - SÉCHAGE
TRANSPORT PNEUMATIQUE - FILTRAGE - ETC., ETC.

PHENIX-WORKS

SOCIÉTÉ ANONYME
FLEMALE-HAUTE
(LIÈGE)

LAMINOIR A TOLES FINES, TOLES GALVANISEES, PLANES, ONDULÉES, TOLES PLOMBÉES, FEUILLARDS GALVANISÉS, FER-BLANC

ARTICLES DE MÉNAGE GALVANISÉS ET ÉMAILLÉS

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		M	
A.C.E.C.	27	La Maison	27
A.C.M.T.	12	Marigrée, Société Commerciale d'Ou-	2
L'Air Liquide	22	grée	
Arcos, « La Soudure Electrique Auto-	21	N	
gène »	21	Nagels & C ^o	15
Ateliers Métallurgiques Nivelles	26	Nobels-Peelman.	couv. III
B		O	
Baume et Marpent, S. A.	8	L'Oxydrique Internationale	9
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis.	7	P	
S. A. Usines de Braine-le-Comte	3	Phénix Works	28
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve.	couv. II	S	
C		Someba	10
C.B.L.I.A.	25	Soudométal	26
Chamebel	27	T	
Cockerill	23	Thy-le-Château et Marcinelle.	19
Columeta	16-17	Le Titan Anversois	18
D		Usines à Tubes de la Meuse	20
Davum	13	V	
Alexandre Devis & C ^o	14	Ventola	28
E		W	
Société Métallurgique d'Engbien-Saint-		Anciens Ets Paul Würth	6
Eloi	couv. IV		
E.S.A.B.	24		
G			
Gilsoco	11		

A. E. M.

nohels-peeluncun

ST.-NICOLAS-WAES BELGIQUE

P O N T S

C H A R P E N T E S

T A N K S

W A G O N S

GULF

Téléphone 13 • Adresse Télégraph : Ateliers

C^{ie} NEERLANDAISE • L'AZOTE
A BRUXELLES

TRANSPORT D'AZOTE
SUIVI D'UNE C^{ie} B
VERVOER VAN
ZWAVERZURE C^{ie} B

NEERLANDAISE • L'AZOTE
A BRUXELLES
TRANSPORT D'AZOTE
SUIVI D'UNE C^{ie} B
VERVOER VAN
ZWAVERZURE C^{ie} B

C^{ie} NEERLANDAISE • L'AZOTE
A BRUXELLES

TRANSPORT D'AZOTE
SUIVI D'UNE C^{ie} B
VERVOER VAN
ZWAVERZURE C^{ie} B

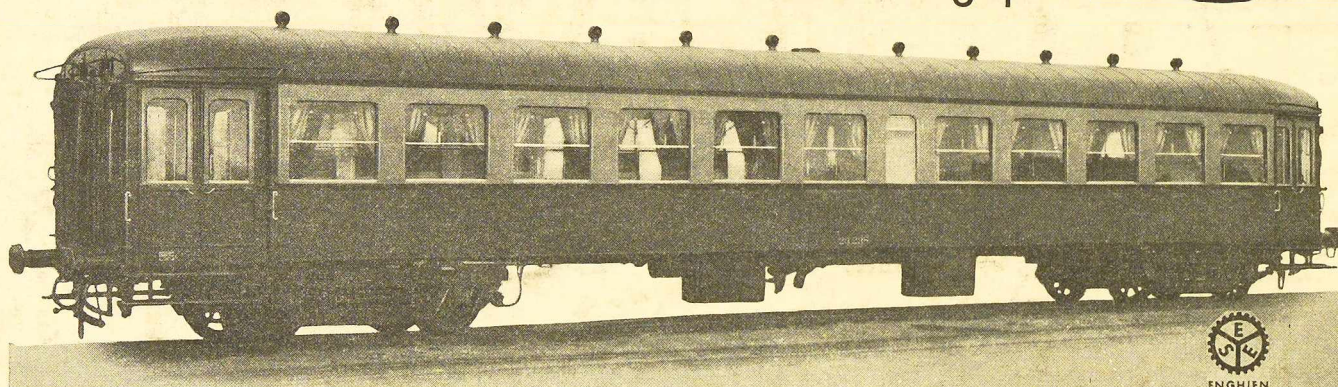
C^{ie} NEERLANDAISE • L'AZOTE
A BRUXELLES

TRANSPORT D'AZOTE
SUIVI D'UNE C^{ie} B
VERVOER VAN
ZWAVERZURE C^{ie} B

Société Métallurgique

D'ENGHIEN S^T-ELOI

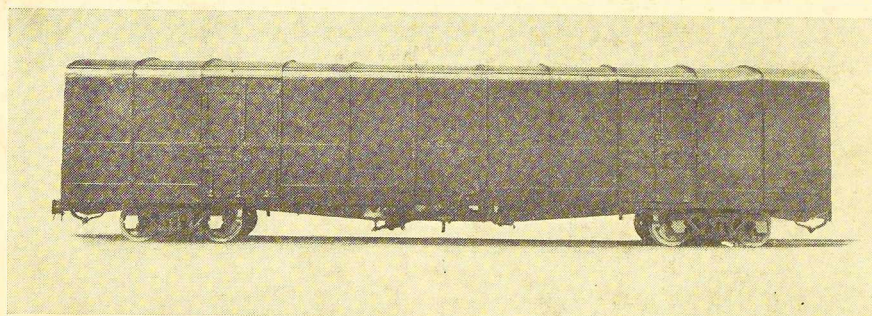
ENGHIEN-Belgique



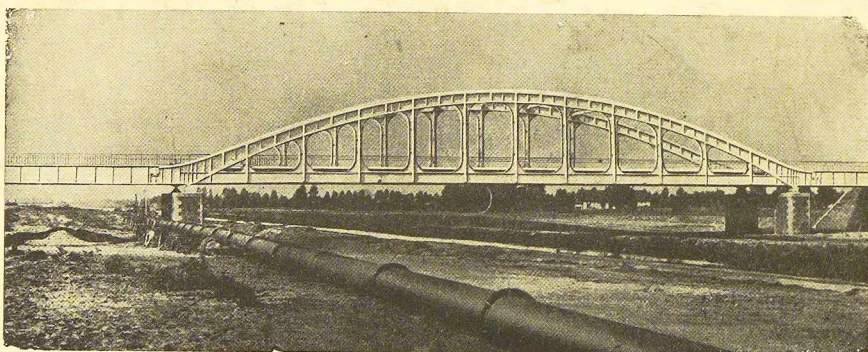
VOITURE
MÉTALLI-
QUE 22 m
A BOGIES

Wagons-Voitures

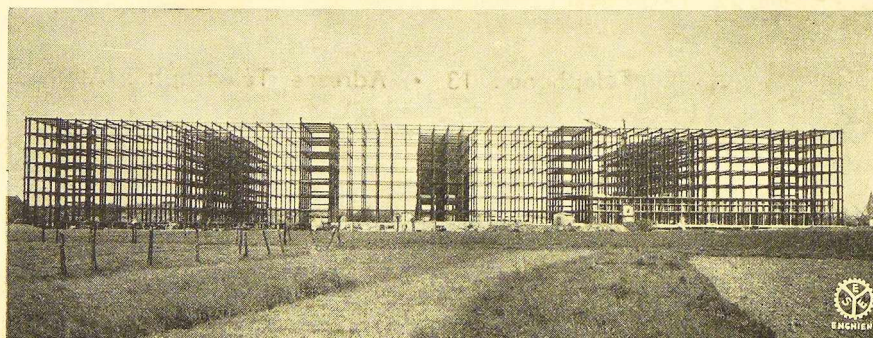
Ponts - Charpentes - Chaudronnerie - Appareils de levage
Produits de boulonnerie



WAGON FERMÉ MÉTALLIQUE A BOGIES



PONT SOUDÉ DE LUMMEN



HOPITAL ACADÉMIQUE DE L'UNIVERSITÉ
DE GAND. OSSATURE DE 3.000 T.

Imp. G. Thone, Liège (Belgique)